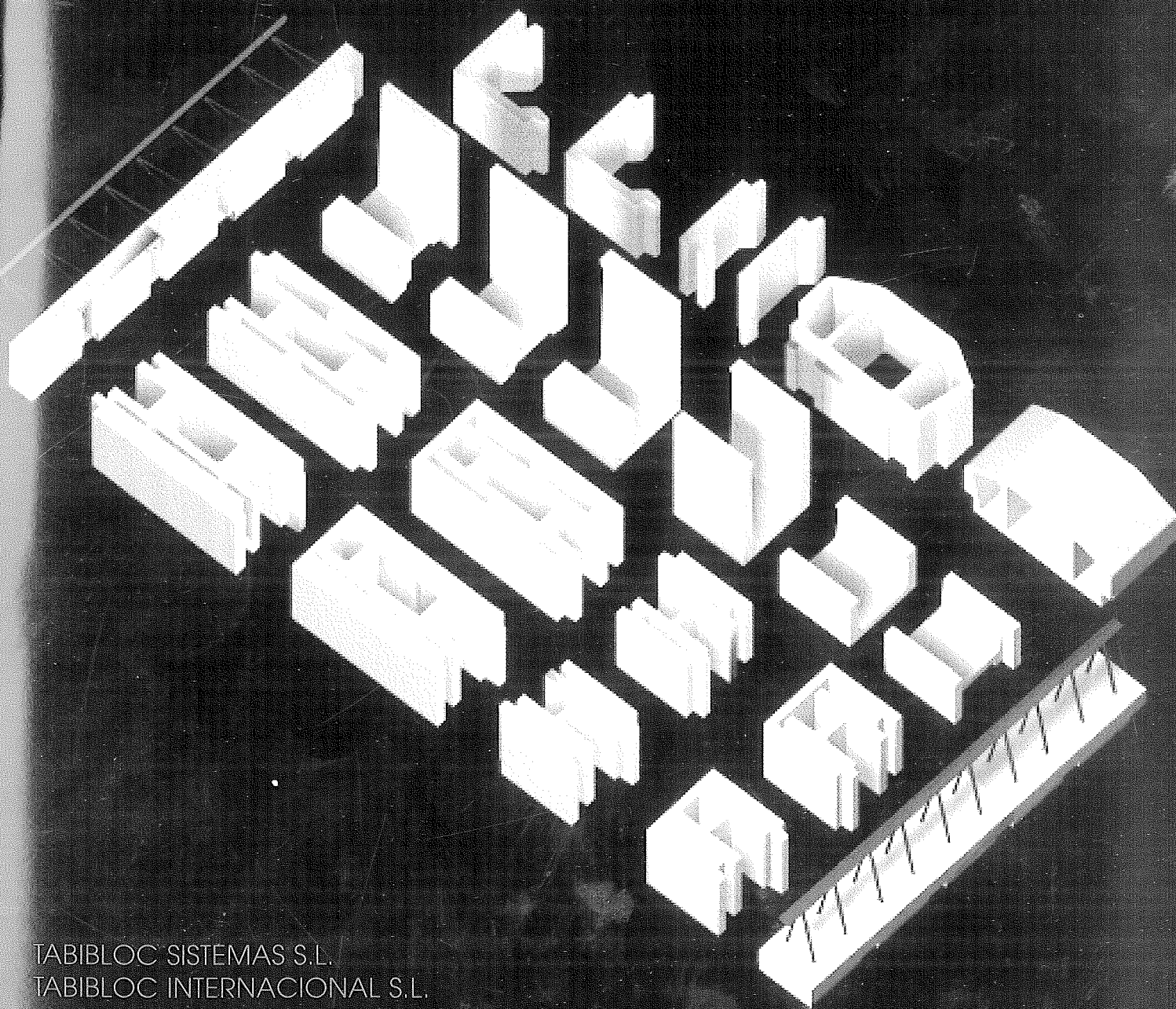


Tabibloc[®] serie 20

SISTEMA INTEGRAL
DE INDUSTRIALIZACION DE LA CONSTRUCCION



TABIBLOC SISTEMAS S.L.
TABIBLOC INTERNACIONAL S.L.
(prefabricación ligera)

INTRODUCCION

Este sistema resuelve la racionalización de los medios de producción y de puesta en obra de la tecnología constructiva más extendida hoy internacionalmente: la construcción con bloques de hormigón. Es obvio que este procedimiento constructivo se está imponiendo cada vez más, incluso en los países de gran tradición ladrillera, por las facilidades productivas que ofrecen los procesos de fraguado con respecto a los de cocción de la cerámica. El sistema se encuentra en la línea de las tecnologías llamadas "intermedias", "blandas" ó de "débil impacto" hoy abundantemente utilizadas por adecuarse en muchos casos más favorablemente a las necesidades planteadas que las tecnologías más aparatosas ó "duras", con producción de elementos de una cierta sofisticación técnica (normalmente de tamaños medios ó grandes) y con necesidad de fuertes inversiones iniciales de capital que, a su vez, obligan a la producción de grandes series ó importantes volúmenes de obra.

Se utilizan materiales de uso corriente (áridos, cemento, agua y acero) y sistemas tradicionales de construcción sometidos a un proceso de producción industrializada, sin sustituirlos por otros que impliquen un cambio cualitativo en el tamaño y peso de los elementos que llegan a la obra (con exigencias consiguientes de repetición de unidades modulares que rigidizan fuertemente el diseño, impidiendo soluciones ajustadas y diversificadas). La industrialización supone simplemente la aplicación de la organización científica del trabajo tayloriana a la construcción, es decir, la sustitución del artesano por la mano de obra no cualificada y por la máquina, en busca de un aumento de la productividad.

El sistema se basa en un estudio de prefabricación ligera de piezas de pequeño tamaño que en su proceso de industrialización tiende a disminuir, por una parte, el trabajo que tradicionalmente ha exigido su puesta en obra y, por otra, la calificación artesana del trabajador. Para conseguir lo primero las dimensiones de las piezas aumentan hasta los límites de capacidad de manipulación, reduciendo el número de puestas y de juntas. Para reducir la dificultad de su colocación todas las piezas se combinan según leyes muy sencillas de articulación constructiva que mecanizan en gran medida su ensamblaje. Siempre pueden integrarse en el sistema piezas de mayor tamaño, si se dispone de los medios productivos y de montaje adecuado, con la consiguiente reducción de la mano de obra y mayor control de la calidad. Como en general ocurre en los sistemas ligeros de prefabricación a base de pequeños elementos, se tiene una gran versatilidad para adecuarlo a los requerimientos de diseño que cada caso requiera. Se ha tenido muy en cuenta su aplicación a diseños de tipo "abierto", facilitando una amplia variedad de modificaciones ó aportaciones tanto desde el propio campo del diseñador (abanicos extensos de soluciones) como desde el constructor (adaptabilidad a sus progra-

mas y medios de construcción) ó desde el del propio usuario (promociones de autoconstrucción, etc.).

Tanto en el diseño del sistema como en el estudio de las plantas de prefabricación se ha partido siempre de la posibilidad de producción de las piezas a pié de obra, condición necesaria para conseguir costos finales reducidos al suprimir los costos de transporte. El diseño del sistema, por tanto, se ha desarrollado dentro de soluciones constructivas muy elementales, las cuales permiten una calidad final garantizada por desfavorables que sean las condiciones de fabricación y puesta en obra. Este objetivo nos ha hecho evitar tecnologías sofisticadas del bloque de hormigón que intentan resolver, además de su condición resistente y de cerramiento, otras exigencias (impermeabilización, acabado exterior, aislamiento, etc.), lo cual obliga a plantas de producción más complejas y de costo más elevado que dificultan la producción a pié de obra y que, aunque pueden resolver eficazmente los aspectos técnicos, producen inevitablemente un aumento considerable de los costos finales. El diseño del sistema se ha reducido a garantizar unas estructuras resistentes y de cerramiento eficaces (con gran facilidad para adecuarlas a las acciones que sobre las mismas puedan ejercerse) sobre las cuales se pueden añadir los sistemas de protección exterior, aislamiento, etc., según los requerimientos de cada caso, con notable simplificación del proceso productivo y reducción de los costos finales.

Para las plantas de prefabricación se ha previsto un abanico muy amplio de unidades productivas. Desde las pequeñas plantas para programas reducidos, hasta las medianas o grandes plantas compuestas por varias unidades productivas con distintos grados de automatismo. El objetivo ha sido ofrecer a cada programa productivo demandado la planta adecuada, reduciendo drásticamente las inversiones de capital en estas instalaciones con respecto a otros sistemas de prefabricación. Especialmente se ha estudiado una planta móvil, que puede tener una gran aceptación, montada sobre una plataforma en cuello de cisne y que permite atender series de producción reducidas en distintos emplazamientos.

Los objetivos de facilitar la prefabricación de elementos y los procesos de puesta en obra de los mismos se han ampliado también a facilitar unas claves rigurosas y de entendimiento sencillo que expliquen el comportamiento resistente del sistema y permitan una rápida comprobación de cálculo. Es una forma de comunicar ó transmitir el contenido y los repertorios de este "mecano" constructivo con medios directos y de fácil comprensión para hacerlos asimilables y divulgables - independientemente del nivel de conocimientos de las personas que lo empleen -, y permitir una amplia utilización del mismo con técnicas parecidas a las del "bricolage" ó del "hágaselo ud. mismo". Se trata, en el fondo, de un intento de desbloquear el conocimiento científico del sistema de las reducidas castas de los "expertos" ó "técnicos" y hacerlo asequible a todos.

DESCRIPCION DEL SISTEMA

elementos del sistema

El sistema está integrado por una serie de piezas de hormigón vibroprensadas, coordinadas modularmente, y con las que se pueden construir los tres elementos básicos de todo sistema adintelado organizado sobre cascarones de prismas rectos rectangulares:

- 1º Muros de carga ó cerramiento y pilares.
- 2º Piezas para encofrado perdido de vigas, dinteles y zunchos.
- 3º Forjados (unidireccionales) formados por semiviguetas y bovedillas.

El conjunto de piezas funciona como un sistema de cofres perdidos (en muchos casos con participación activa en las funciones resistentes), que permite los refuerzos estructurales de hormigón armado ó sin armar que sean precisos, según más adelante se detalla.

La totalidad de las piezas del sistema pueden ser fabricadas con la misma máquina vibropresadora, salvo las semiviguetas de los forjados que se fabrican sobre mesas vibratorias normales.

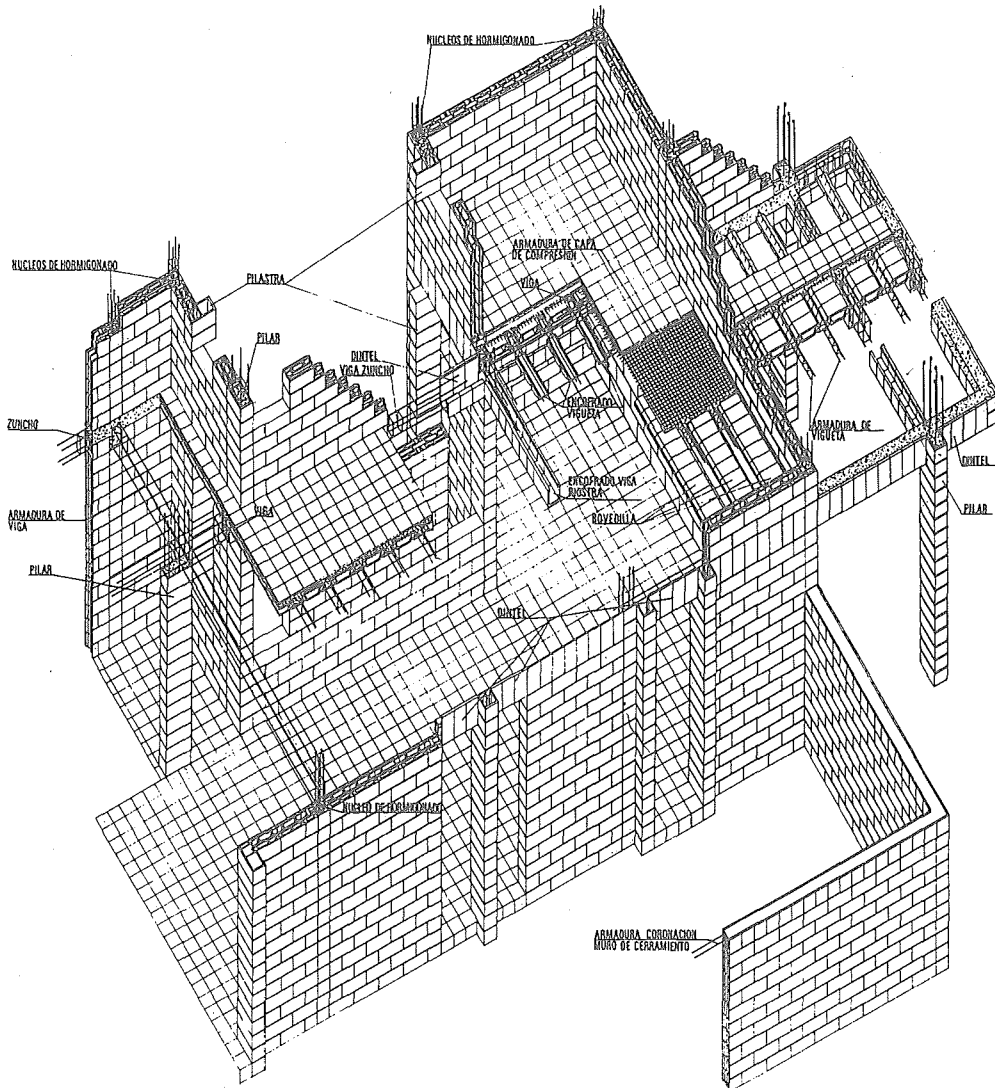
El módulo básico de encaje del sistema, en las tres coordenadas, ha sido el de 20x20x20 cm. Para los forjados se han previsto sistemas de semiviguetas paralelas con separación de 50 cm, coordinados modularmente con el anterior, y con dos posibles espesores ó cantos (20 ó 25 cm). Las bovedillas se acoplan a estas dimensiones con un ancho constante de 20 cm.

Los muros se resuelven con bloques de triple cámara y machiembras verticales y horizontales. El bloque normal es de 40 (longitud) x 20 (anchura) x 20 (altura) cm, disponiéndose también para completar las trabas interiores y de extremos de muros de: bloque normal mitad (20x20x20 cm), bloque extremal (40x20x20 cm) y bloque extremal mitad (20x20x20 cm). Estas dimensiones teóricas tienen las mermas precisas para intercalar horizontalmente llagas de mortero de cemento

de 1 cm de espesor, dejando a hueso las juntas verticales también de 1 cm de anchura, ya que los bloques se reciben únicamente con mortero en las llagas horizontales. A este fin se han dejado cegadas en su parte superior las cámaras extremas de cada bloque para facilitar la colocación del mortero. El juego de bloques dispone de unas piezas complementarias que, actuando a modo de tapas, permiten disponer de núcleos verticales de hormigonado (con posible armadura de acero) en los puntos de concentración de esfuerzos (uniones en esquinas, uniones de muros transversales, uniones en cruz, apoyos de vigas, etc.). Se han previsto también piezas para encofrado perdido de pilares y pilastras exentas y de pilastras en los cantos de muros.

Las piezas para encofrado perdido de vigas, dinteles y zunchos (con cantos colgados de 20 y 40 cm) coordinan con los bloques de muros, con las mermas necesarias para las juntas, que deben sellarse con mortero para evitar las fugas de hormigón. Los dinteles y zunchos exteriores disponen de cámara interior, en coincidencia con las cámaras interiores de los bloques de muros, para poder pasar por ella líneas de instalaciones además de aumentar su capacidad aislante. Para los encuentros en esquina ó transversales de esta serie de piezas se utilizan las mismas tapas que para los muros.

Se ha estudiado un tipo de forjado que deja vistos por su parte inferior artesonados formados por retículas de entrecalles, de 1,5 cm de profundidad y anchura de 5 cm, conseguidas por unos rebajes practicados en las semiviguetas y bovedillas. Con ellos se pueden dejar vistos los forjados por su cara inferior, suprimiendo los acabados interiores de yeso ó cemento en los techos, y fijando los tabiques (convencionales ó prefabricados) en dichas entrecalles y en el solado. El dibujo del artesonado disimula, además, los pequeños desperfectos inherentes a una fabricación y colocación sin excesivos cuidados. Igualmente pueden utilizarse piezas para viguetas y bovedillas sin las entrecalles inferiores, en cuyo caso el forjado es de tipo normal.



piezas para muros

Las piezas esenciales para la construcción de muros son el bloque normal (40x20x20 cm) y el normal mitad (20x20x20 cm). Para obtener caras lisas en los extremos de muros completan la serie dos bloques extremales de las mismas dimensiones. Se han diseñado para ser colocados a media traba (aparejo de juntas encontradas). Las machiembras verticales (en diagonal) y horizontales (siempre el macho en la cara superior del bloque) son muy importantes para facilitar la colocación de los bloques - cualquiera que sea la postura inicial de asiento - y producir solapes eficaces en las juntas. La anchura de las piezas es de 20 cm con merma en sus dimensiones modulares de longitud y altura de 1 cm para las juntas verticales y horizontales. En los bloques extremales las mermas en longitud son de 0,5 cm.

Las tres cámaras (dos exteriores y una central más amplia) se han diseñado para que exista correspondencia vertical de las mismas en las trabas de los muros. Los tabiquillos de separación de las cámaras se han contrapeado para dificultar los puentes térmicos. La cámara central se ha previsto para poder ser fácilmente rellena de hormigón, con lo cual la resistencia a la compresión del muro prácticamente se duplica y el cosido vertical del muro gana notablemente (según los ensayos realizados para la obtención del Documento de Idoneidad Técnica del Instituto Eduardo Torroja). Las cámaras exteriores del muro permiten con facilidad la realización de rozas verticales para instalaciones (electricidad, fontanería, etc.) sin mermar la capacidad resistente del muro. Las rozas horizontales conviene reducirlas al máximo en los muros y rejuntarlas bien con mortero de cemento, una vez introducidas las canalizaciones para las instalaciones. El lugar más adecuado para este tipo de rozas son los zunchos o dinteles exteriores, como veremos más adelante. Las dos cámaras exteriores van cegadas en la parte superior del bloque para facilitar la colocación del mortero en las llagas horizontales sin rellenar aquellas. En dichas llagas pueden introducirse fácilmente armaduras horizontales de acero cuando se quiera dar gran resistencia al muro contra acciones horizontales (muros de contención, sismo, etc.).

Las juntas verticales quedan a hueso y sirven para aumentar el agarre de los morteros cuando el muro vaya recubierto. Cuando el muro queda visto dichas llagas se rejuntan sellándolas con mortero de cemento.

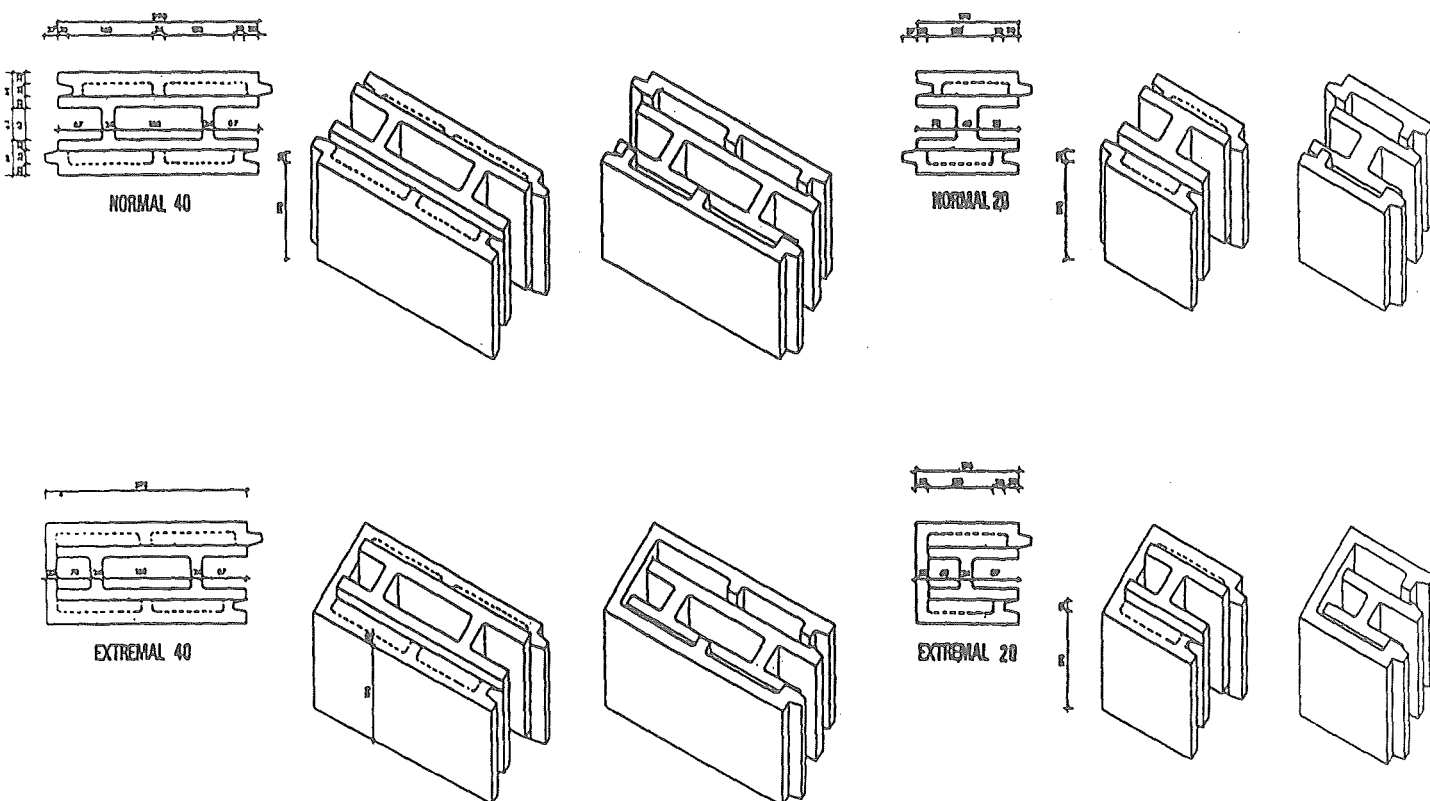
Este tipo de bloque con doble machiembrado (vertical y horizontal) exige su fabricación en máquinas vibrocompresoras fijas sobre bandejas (las usuales son de madera ó plástico) con el dibujo del contramolde de la parte superior de la pieza. Este inconveniente de fabricación, con respecto a los producidos con máquinas vibrocompresoras móviles (ponedoras) las cuales no pueden conseguir los resaltos de los machos, queda favorablemente compensado por el mejor comportamiento de trabajo y de puesta en obra del bloque doblemente machiembrado y por la mejor calidad de producción de las vibrocompresoras fijas.

dinteles, zunchos, vigas y tapas

Las piezas para cofre perdido de dinteles y zunchos exteriores tienen forma de L, disponiendo de una cámara de aire en el lado de apoyo del forjado que mejora las condiciones de aislamiento y permite con facilidad las rozas horizontales para el paso de instalaciones, como ya hemos señalado. Esta cámara puede suprimirse cuando se requiera mayor sección de hormigón armado y se eviten los puentes térmicos con el oportuno aislamiento. Los dinteles tienen la cara inferior lisa, para dejarla vista, y los zunchos tienen las endiduras correspondientes para encajar con los bloques de muro. Los zunchos interiores tienen forma de U, con las mismas endiduras y sin cámara de aire. Sirven también como piezas de coronación de antepechos y muros para organizar dentro de ellas los bordes de atado de hormigón armado necesarios.

Las piezas para cofre perdido de vigas tienen forma de U, con las caras lisas, y disponen de unos ligeros estrangulamientos superiores - como los dinteles - que impiden que el cofre se descuelgue del hormigón armado de relleno. Las series usuales para estas piezas y las anteriores son las que cuelgan 20 ó 40 cm por debajo del forjado con anchura de 20 cm y restantes dimensiones dentro de la malla básica

PIEZAS DE MURO



de 20x20x20 cm mermadas en las juntas previstas con las demás piezas. Tanto las piezas de dinteles como las de vigas necesitan apoyarse sobre sopandas temporales y rejuntarse debidamente antes del hormigonado interior.

Para los soportes se utilizan las mismas piezas que para las vigas con bridas exteriores de sujeción. También estas piezas, que en su ajuste dejan cerrado el encofrado del soporte, necesitan sellarse antes del hormigonado (operación que, como más adelante veremos, se efectúa cada 4 ó 5 hiladas). Con ellas se obtienen soportes de lado menor de 20 cm y el otro lado con dimensiones en escalones de 20 cm hasta llegar a 80 cm.

Completan esta serie de piezas de cofre perdido los juegos de tapas (normal, plana y esquinero - en forma de L -) que resuelven tanto las esquinas y encuentros de muros y zunchos como los núcleos verticales de hormigonado en muros y zunchos (ver apartado de uniones). Las piezas de zunchos disponen de unos rebajes laterales (a derecha y a izquierda en proporción de 50%) para encajar con las tapas.

Para los forjados de 25 cm de canto los moldes de los zunchos y vigas disponen de unos suplementos que rebajan 5 cm las alturas de sus bordes.

uniones, secciones horizontales y verticales

En la lámina adjunta se detallan, en sección horizontal y vertical, los casos de uniones de piezas más frecuentes. Más detalles, en sección vertical, vienen definidos en las láminas correspondientes a forjados.

Las uniones de muros (en esquina y en T) se resuelven, como ya hemos visto, con las series de tapas. Las uniones en cruz se resuelven sencillamente hormigonando, con la correspondiente armadura, el hueco que dejan los dos muros al cruzarse. También pueden reforzarse los extremos de muros con pilares embutidos ó núcleos verti-

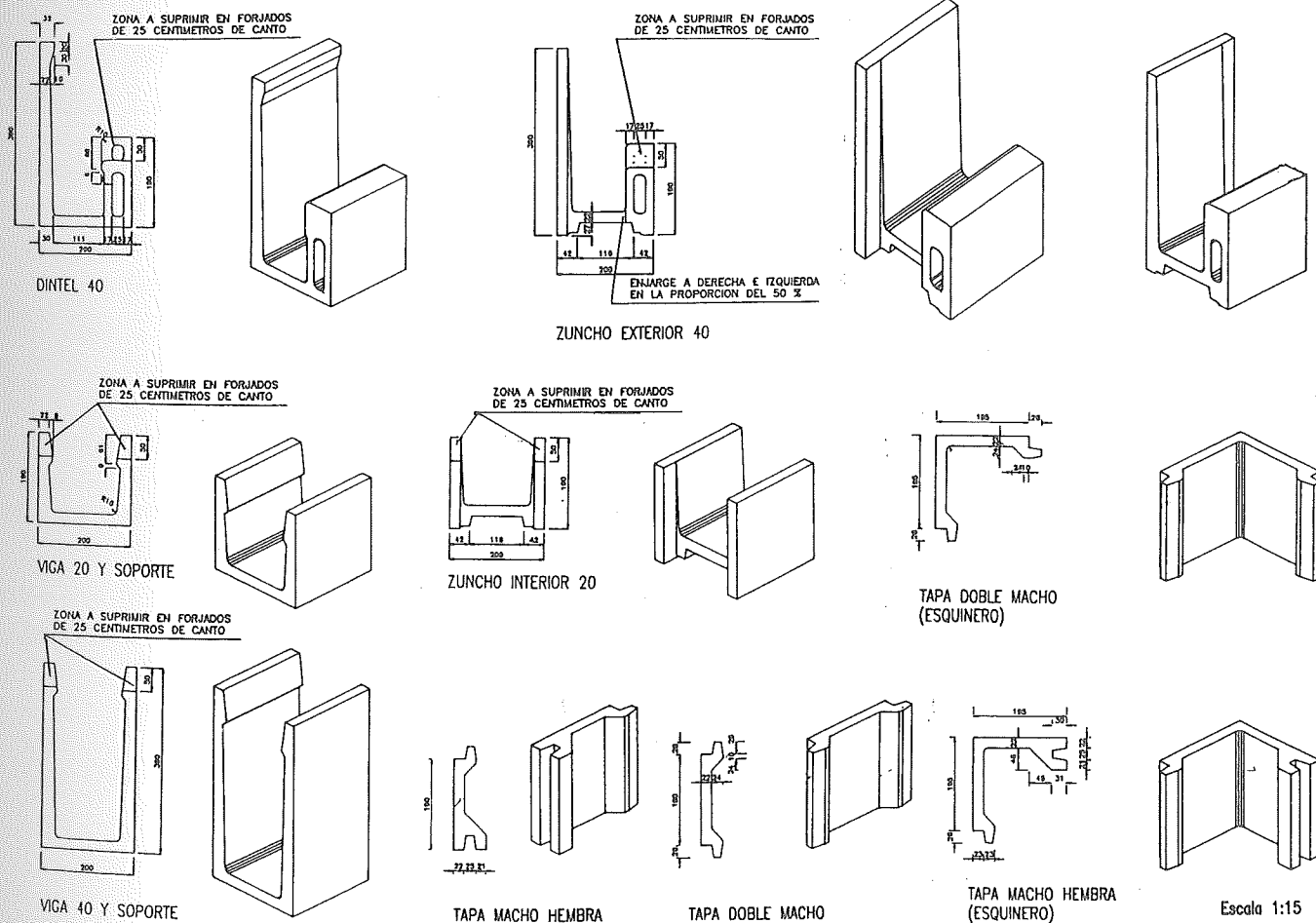
cales de hormigón armado. Cuando estos pilares ó núcleos verticales de hormigón armado van en una zona intermedia del muro sus cofres perdidos también se resuelven con las tapas. Todos los núcleos verticales de hormigonado (pilares, refuerzos en esquina, en T, etc.) se atan con los zunchos que encadenan cada forjado. El paso de estos núcleos a través de los zunchos (exteriores ó interiores) ó vigas se resuelve encofrándolos con la serie de tapas.

Los pilares rectangulares más usuales (20x20, 20x40, 20x60, 20x80 cm) se encofran con las piezas ya descritas.

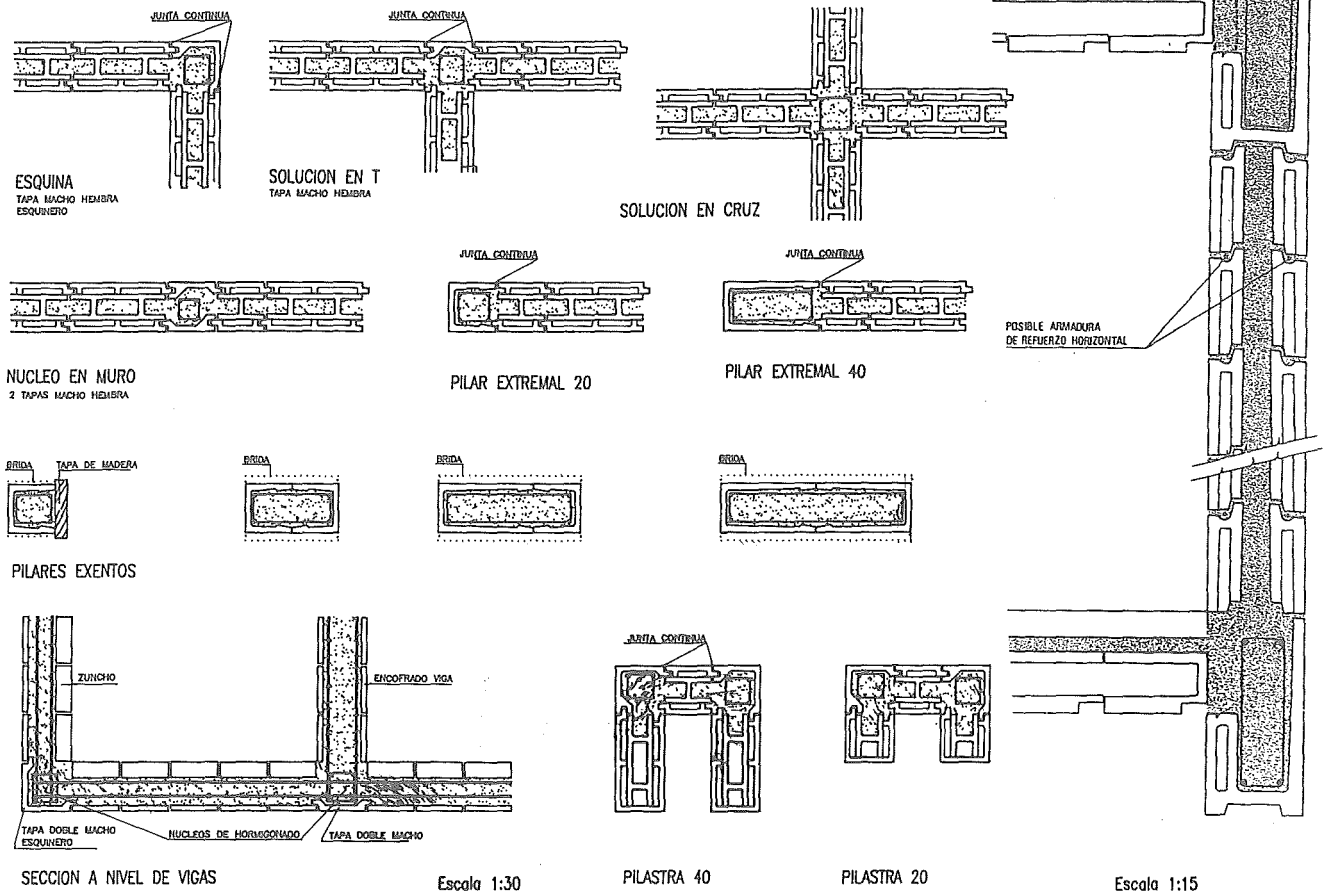
forjados

En las láminas siguientes se definen con detalle las dos series básicas de forjados con interseparaciones de viguetas de 50 cm y dos espesores ó cantos (20 ó 25 cm). Las bovedillas tienen siempre 20 cm de anchura y se han diseñado para apoyar con facilidad tanto en los muros (zunchos) como en las vigas y semiviguetas (prefabricadas con un ala inferior de 14,5 cm de anchura). Las retículas resultantes (20x50 cm) coordinan modularmente con la cuadrícula básica de muros en planta de 20x20 cm y en las mallas de coincidencia de ambas (20x100 cm) siempre es sustituible una vigueta por una viga ó un muro. Tanto las bovedillas como las semiviguetas llevan unos rebajes de 1,5 cm de profundidad y de 5 cm de anchura para formar en los techos unos artesonados reticulares que permiten dejar vistos los forjados y suprimir los acabados con mortero de los techos (unidad de obra de incómoda ejecución que ensucia mucho y entorpece extraordinariamente la organización de los tajos en la obra). Los tabiques (convencionales ó prefabricados) se sujetan encajando en dichas entrecalles y en el solado. Las retículas de estos artesonados (reguladoras de la disposición de la tabiquería) son de 20x25 cm. En la disposición de los artesonados siempre conviene dejar las entrecalles en contacto con los muros exteriores para disponer los aislamientos - si las necesidades lo requieren - en coincidencia con las mismas y adosados a los muros.

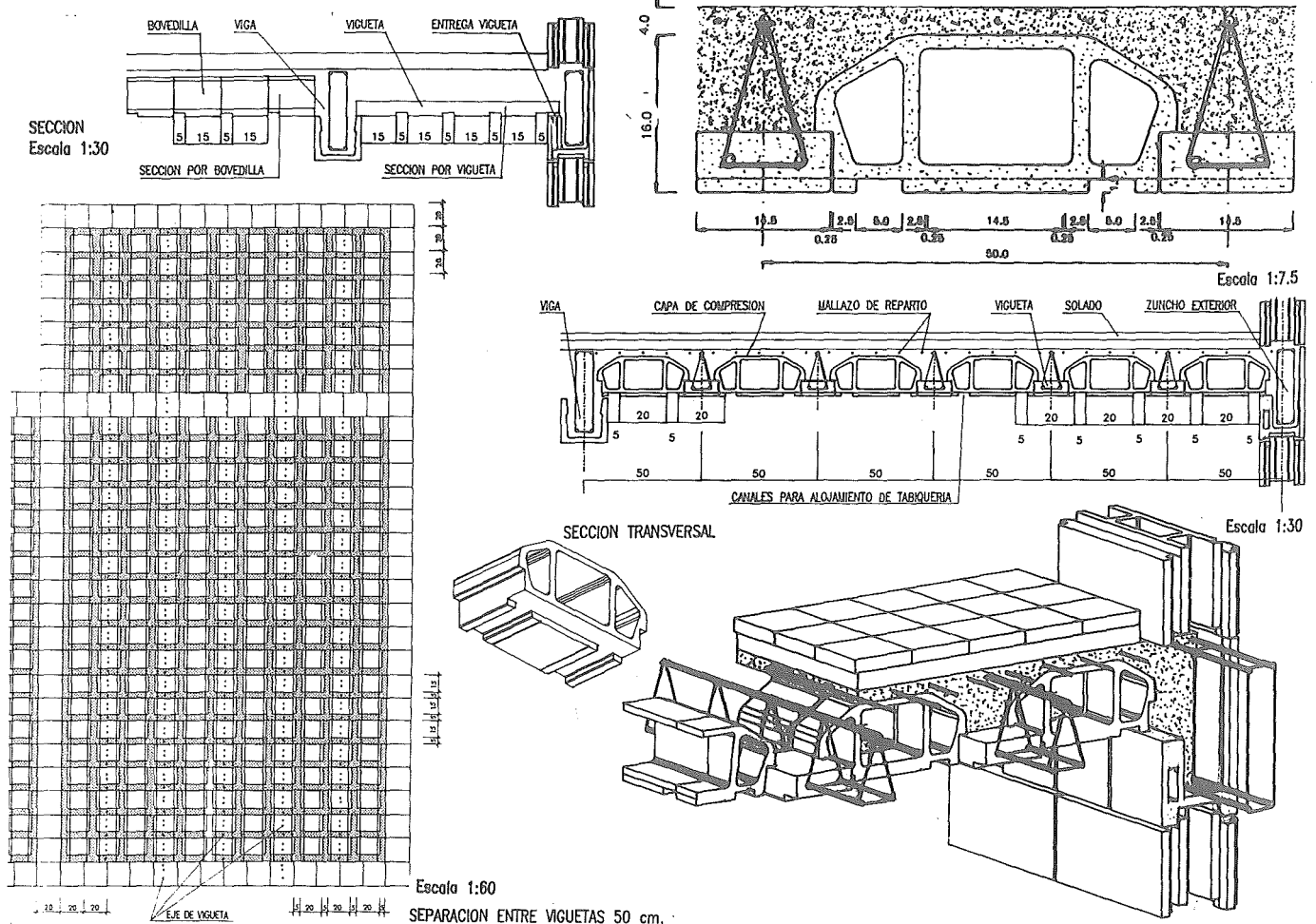
DINTELES, ZUNCHOS, VIGAS Y TAPAS



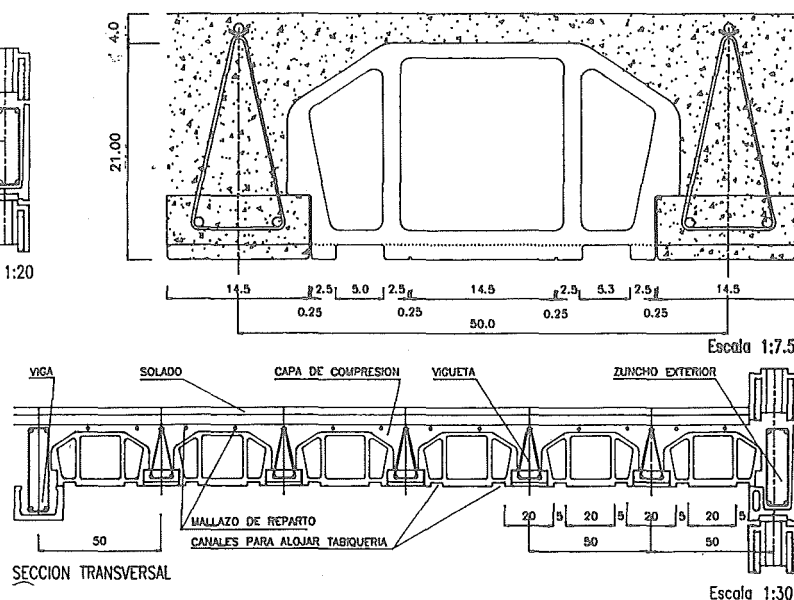
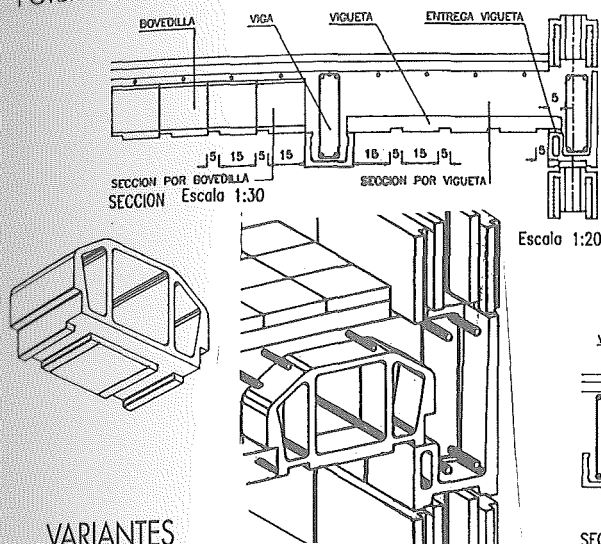
UNIONES, SECCIONES HORIZONTALES Y VERTICALES



FORJADOS DE 20 CM. DE CANTO



FORJADOS DE 25 CM. DE CANTO



posibles piezas complementarias

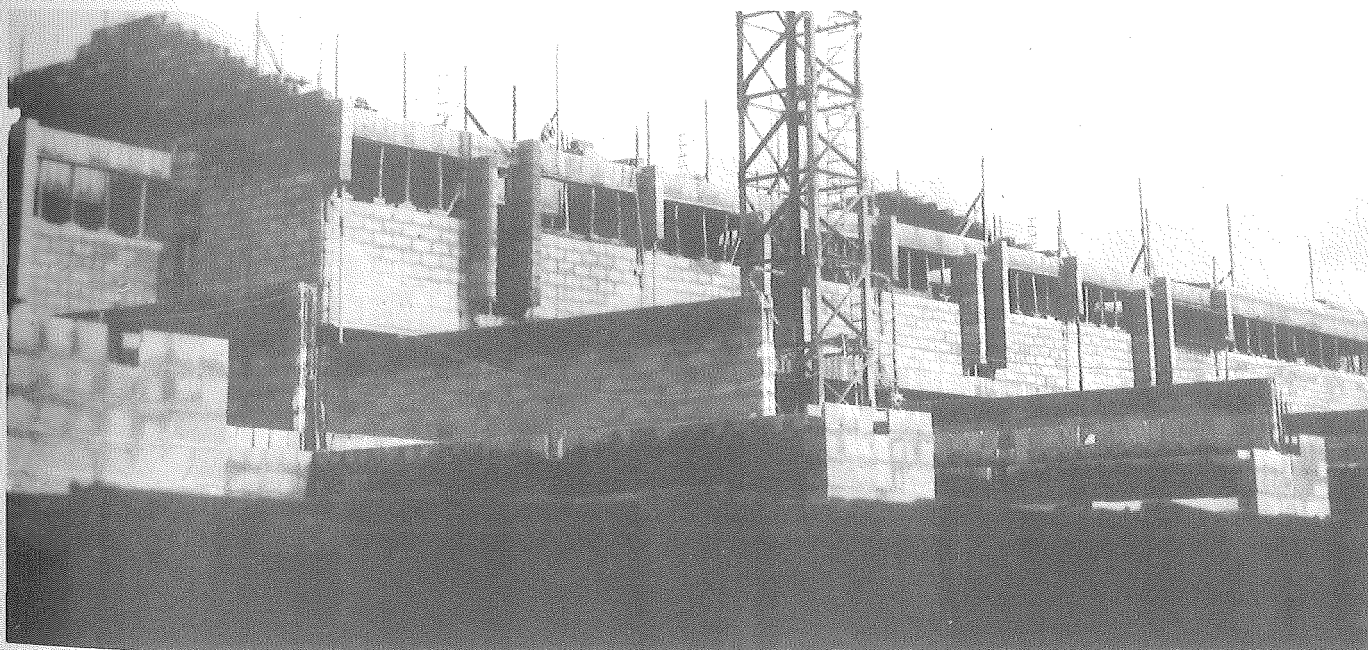
Además de las piezas descritas, que resuelven la totalidad de los problemas constructivos habituales, el sistema queda abierto a ser completado con cuantos elementos especiales se deseen (piezas para celosías, dinteles con alojamientos de persianas, antepechos, vierteaguas, etc.). Habrá que tener en cuenta siempre que su diseño coordine modularmente con el resto de las piezas y que haga posible su fabricación con la máquina vibropresadora. Por supuesto habrá que evaluar si la repetición de la pieza en el conjunto amortiza el costo del molde.

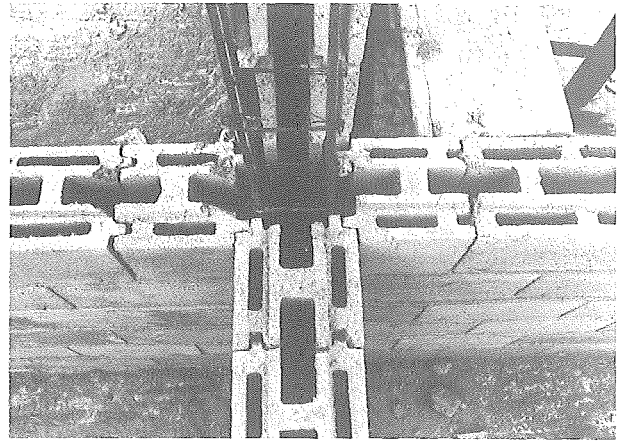
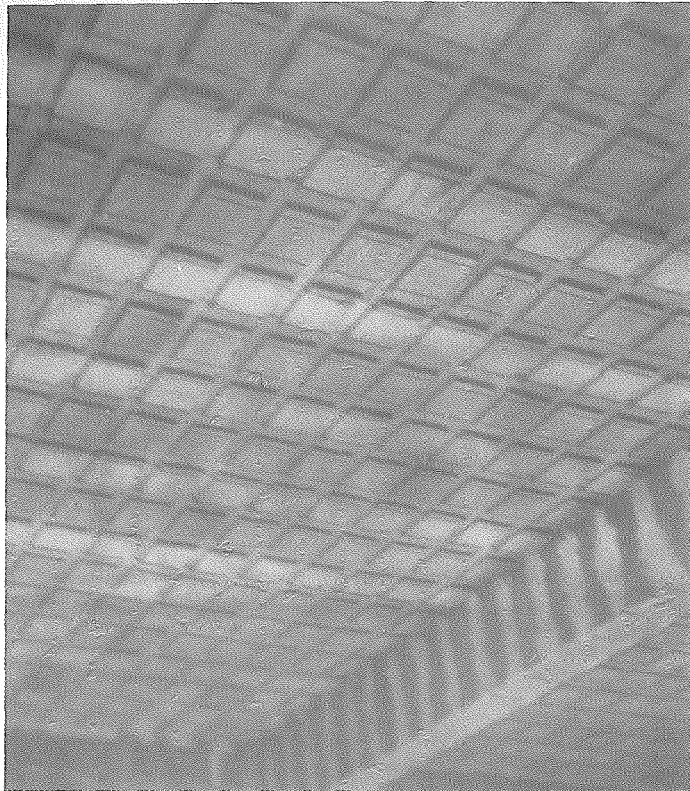
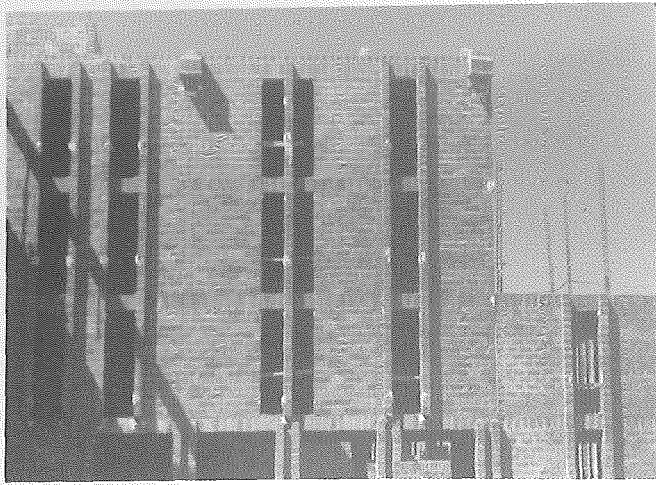
La misma consideración cabe hacer con respecto a la prefabricación en pieza entera de los elementos resistentes delicados (vigas, dinteles de luces grandes y pilares).

puesta en obra del sistema

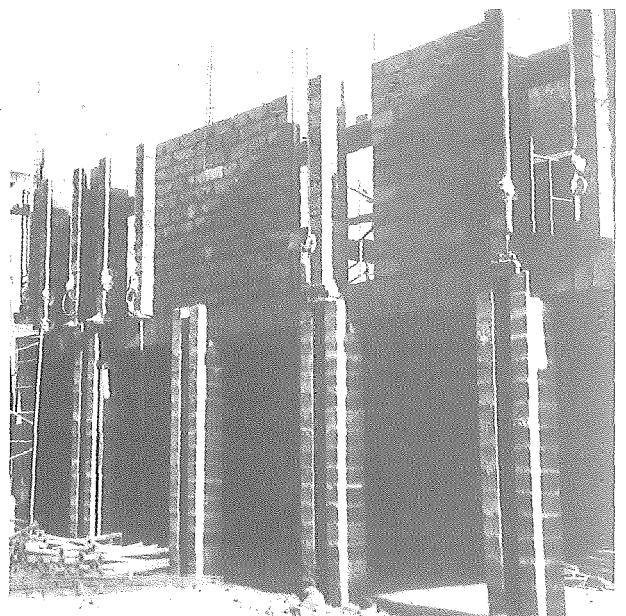
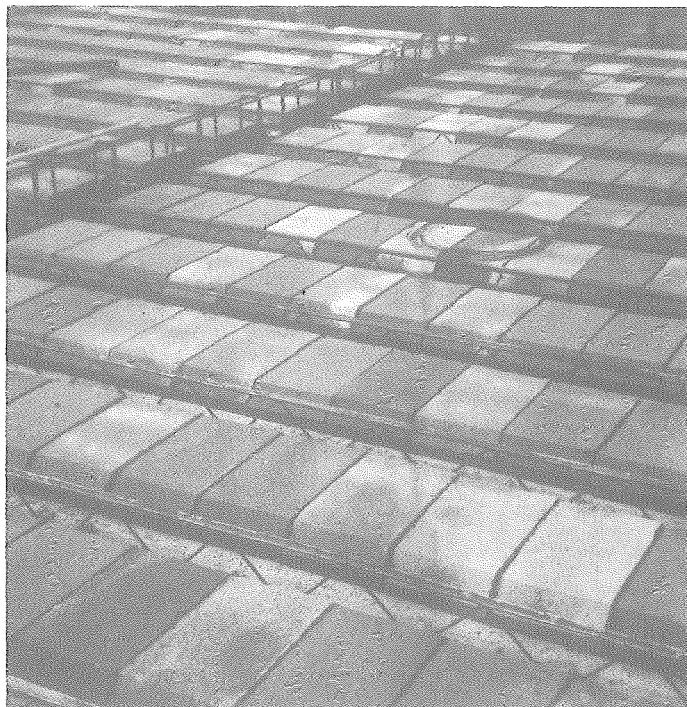
Sobre la cimentación debidamente nivelada, en la que previamente se han colocado los anclajes de las armaduras de los núcleos verticales de hormigonado, y una vez efectuado el oportuno aislamiento de humedad del suelo, se replantea la primera hilada teniendo cui-

dado de verificar - sobre la cuadrícula básica de 20x20 cm - las cotas totales y parciales de la planta del edificio y distribuyendo entre estas cotas las piezas enteras que correspondan. A continuación se coloca la siguiente hilada aparejada a media traba y así sucesivamente las demás. Como es usual en albañilería se dispondrán las correspondientes miras (con las escalas verticales de 20 cm marcadas), las armaduras de los núcleos verticales de hormigonado y los cercos (ó contracerros) de puertas y ventanas. El peso de bloque normal de muro de 40x20x20 cm (17 kg.) hace que se pueda coger fácilmente por el operario con una sola mano y colocarlo también con una mano ó con las dos, debido a las facilidades que prestan las machiembres verticales y horizontales. Se aumentan mucho los rendimientos de la cuadrilla de colocación cuando el ayudante se sirve, para tender el mortero de las juntas horizontales, de un carrito-tolva con dos salidas, que se desliza muy fácilmente por los carriles de los machos de las caras superiores de los bloques. La utilización de este sencillo artefacto y las circunstancias de tener el bloque cegadas por su cara superior las dos cámaras exteriores ahorran mucho mortero. Las juntas verticales se dejan a hueso (con entrecalles teóricas de 1 cm) y se sellan con mortero de cemento al acabado de las fábricas (ó durante su ejecución) si el bloque va a quedar visto. Si la fábrica se va a cubrir con un enfoscado de mortero de cemento ó cualquier





Las fotografías muestran distintos aspectos del montaje del sistema en distintas obras. La puesta en obra de los forjados para quedar vistos es exactamente igual que la de los forjados normales. Sus irregularidades se disimulan con el dibujo del artesonado y una pintura que oculte defectos.



otro material de recubrimiento, las juntas verticales no se sellarán para aumentar el agarre del mortero a la fábrica. Cada 4 ó 5 hiladas se rellenarán con hormigón las cámaras centrales de los bloques y los núcleos verticales de hormigonado, pinchándolos simplemente ó mejor vibrándolos, sobre todo estos últimos. Es importante controlar los hormigones de relleno de ambas zonas si tienen distinta resistencia característica, ó utilizar el de mayor resistencia para ambos cometidos lo cual facilita los controles. De esta forma, en tres tongadas de hormigonado se levanta cada planta de muros. Para los soportes con encofrado perdido las tongadas de hormigonado son también cada 4 ó 5 hiladas. El procedimiento de levante de fábricas descrito (suprimiendo el rejuntado vertical inicialmente, costiendo la fábrica verticalmente con el hormigonado en tongadas de las cámaras centrales de los bloques) da unos excelentes rendimientos de colocación por mano de obra no cualificada (24 m² en 8 horas por una cuadrilla de 3 operarios).

Levantadas las fábricas y los pilares hasta la altura de los zunchos, se colocan las piezas de estos elementos sobre los muros. Las piezas de vigas y dinteles de cofre perdido se apoyan en las sopandas correspondientes y se rejuntan, como las de los zunchos, con mortero. Posteriormente se colocan las semiviguetas de los forjados con las bovedillas, apoyadas en los bordes correspondientes de las piezas de zunchos, dinteles y vigas, y las armaduras de estos elementos. Para colocar con exactitud los forjados la operación es bien simple. Se coloca (replantándola con precisión y compensando errores) la sopanda intermedia del forjado en la posición que corresponde a una de las entrecalles centrales del mismo. El ancho del durmiente de apoyo de la sopanda será ligeramente inferior al ancho de la entre calle del forjado (5 cm). Al colocar las viguetas y bovedillas, todas ellas quedan dispuestas según la retícula del artesonado del techo al encajar sus rebajes en dicha sopanda. Posteriormente se hormigonan los zunchos, dinteles, vigas y forjados, después de colocar las armaduras (longitudinales y transversales) de estos últimos. Al acabar el ciclo de una planta, se continúa en la siguiente repitiendo el proceso y así sucesivamente. Es necesario, al comienzo de cada planta, comprobar si ha habido desplomes en las fábricas para corregirlos.

El proceso de puesta en obra descrito (levante de muros, núcleos verticales de hormigonado ó pilares con montaje de las piezas ó tapas de cofre perdido lateralmente a las armaduras sin necesidad de enhebrarlas en las mismas por su parte superior, y montaje y hormigonado de zunchos, dinteles, vigas y forjados) permite ser ejecutado con facilidad por mano de obra no cualificada, dada su estudiada sistematización. La relación entre las dimensiones básicas de coordinación modular (malla cúbica espacial de 20x20x20 cm) y las dimensiones teóricas de las piezas y juntas (en general las piezas tienen una merma dimensional de 1 cm, que se reserva para las juntas, de las dimensiones de coordinación modular básicas) hace que su puesta en obra sea muy fluida ya que se cuenta con amplias tolerancias, sobre todo de montaje. El control de las tolerancias admisibles en las piezas es fácil efectuarlo en la planta de prefabricación, por lo cual estas tolerancias son más reducidas. En cambio las tolerancias en las uniones (juntas), de mucho más difícil control al efectuarse en el tajo correspondiente, son más amplias, lo cual hace que las leyes de montaje se cumplan con una cierta elasticidad y no supongan exigencias de control de errores que dificulten y encarezcan la ejecución de las obras. Las juntas ó llagas horizontales pueden tener desde 0,4 - 0,16 cm, con tal de que el número de piezas en cualquier dimensión multimodular sean las justas. Con esta misma condición las juntas verticales pueden variar en cambio desde 0 a 2,5 cm. Todo ello quiere decir que el sistema se adecúa a cualquier requerimiento ó exigencia de puesta en obra, y que lo mismo pueden lograrse resultados muy perfeccionistas - con márgenes de tolerancia de juntas muy estrictos - que necesariamente serán más caros al tener que realizarse por especialistas (albañiles), ó montajes más despreocupados que podrán ser ejecutados por operarios no cualificados. Los resultados, para los mismos efectos de resistencia y eficacia constructiva, difieren solamente en los costos finales y en la calidad aspectiva de las fábricas (unas con más ajuste geométrico y regulares - parecidas a las fábricas de sillares en cantería -, y otras más desajustadas e irregulares, con mayores errores ó desviaciones de las leyes de montaje establecidas - parecidas a las fábricas de sillarejos -, ambas con sus virtualidades y posibilidades expresivas específicas).

normas de ejecución

En general han quedado apuntadas las fundamentales en lo anteriormente expuesto. Con más detalle se tratan aspectos específicos en el Documento de Idoneidad Técnica del Instituto Eduardo Torroja y en el apartado correspondiente a plantas de prefabricación.

Además del cumplimiento de la norma NTE (Norma Tecnológica Española) sobre fábricas de bloques de hormigón es muy aconsejable seguir las recomendaciones del AMERICAN NATIONAL STANDARD BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR REINFORCED MASONRY ó de las SPECIFICATIONS FOR THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF LOAD-BEARING CONCRETE MASONRY publicadas por la NATIONAL CONCRETE MASONRY ASSOCIATION norteamericana. Tenemos que señalar que los requerimientos y especificaciones más esenciales de dichas normas han sido tenidos en cuenta en el diseño del sistema TABIBLOC y se han introducido en el mismo de forma operativamente sencilla.

comportamiento higrotérmico

El coeficiente de transmisión de calor (K) de un muro de TABIBLOC, con relleno de hormigón en sus cámaras centrales y enfoscado con mortero de cemento, es de 1,49 kcal/h m² °C. Como dato comparativo dicho coeficiente es de k=1,25 kcal/h m² °C para un muro de un pié de ladrillo. Es pues necesario, cuando las exigencias de aislamiento no sean fuertes ($2 > k > 1,5$), reforzar el aislamiento en las zonas de puentes térmicos (núcleos verticales de hormigonado, y uniones de muros y forjados) ya que en estas zonas de hormigonado total el coeficiente sube a $k=2,49$ kcal/h m² °C. Para mayores exigencias de aislamiento ($1,5 > k > 0,5$) es preciso disponer de materiales que aumenten la capacidad de aislamiento del TABIBLOC en la totalidad de los muros exteriores.

Existen dos soluciones para lograr aislamientos mayores: disponer el aislamiento, su protección y acabado por el exterior, ó disponer el aislamiento por el interior impermeabilizando la fábrica por el exterior. Dentro de la primera alternativa existe hoy en el mercado una gama de productos para el tratamiento exterior de muros que en esencia persiguen una protección exterior del aislamiento adosado al muro con capas endurecedoras acabadas en revocos ó impermeabilizaciones que resuelven las acciones de impacto y humedad exterior. Esta solución es muy ventajosa - pues suprime los puentes térmicos y por tanto las condensaciones localizadas, haciendo difíciles las condensaciones en la masa del muro, al permanecer éste a temperaturas próximas a las interiores. Con espesores que varían entre 2 y 4 cm se pueden conseguir aislamientos fuertes ($0,8 > k > 0,5$).

Soluciones más baratas se consiguen con la segunda alternativa disponiendo el aislamiento por el interior, dentro de la gama de soluciones habituales (tabiques y cámaras de aire - con inclusión de material aislante ó no -, aislante y cartón yeso, aislantes rígidos, etc.). Una solución muy eficaz y económica se obtiene aplacando el muro por el interior con un aislante rígido que al mismo tiempo funcione como barrera de vapor y permita los tendidos interiores de morteros directamente (vidrio celular ó material análogo). Con este sistema se obtienen coeficientes de transmisión de calor de $k= 0,96$ (para espesores de vidrio celular-Vitrisol- de 15 mm) y $k= 0,60$ (para espesores de vidrio celular-Vitrisol- de 40 mm). En estos casos solo es necesaria la impermeabilización exterior del muro.

aislamiento acústico

La pérdida de transmisión acústica a través de los tipos distintos de forjados (46 a 48 dB) y de muros con la c-mara central rellena de hormigón (37 dB) hacen aceptables ambos elementos como aislantes de ruidos de niveles de tipo medio. Para lograr atenuaciones acústicas próximas a los 50 dB en los muros, suele ser suficiente la acción complementaria que a estos efectos añaden los materiales de aislamiento térmico.

permeabilidad al agua

Es siempre conveniente proteger exteriormente las fábricas de TABIBLOC con un mortero hidrófugo ó con alguna pintura impermeabilizante adecuada. Hay que tener en cuenta que si esta protección exterior es impermeable al vapor, habrá que disponer una barrera de vapor por la parte interior del muro para evitar las condensaciones en su masa.

Cuando las fábricas van a ser enfoscadas exteriormente, los bloques se producen con una dosificación que les dé un acabado rugoso, circunstancia que junto a las entrecalles sin sellar de las juntas verticales de la fábrica favorece la adherencia del enfoscado a la misma. Cuando la fábrica vaya a quedar vista, el mismo acabado rugoso descrito ayudará a la adecuada fijación de la pintura impermeabilizante con la que se rellenarán las pequeñas rugosidades de los bloques, una vez rejuntadas y selladas correctamente las llagas horizontales y verticales.

plantas de prefabricación

Como ya se ha señalado, el sistema se ha diseñado para su fabricación a pie de obra circunstancia en la que se obtienen los costos más reducidos.

Las instalaciones fijas, de acuerdo con su tamaño y sofisticación, exigen programas de edificación de cierta entidad, según los casos, que pasamos a reseñar.

La vibroprensa COMPACTA G2-25 ó similar tiene capacidad para fabricar al año 500 viviendas de 64 m² construidos (ó 250 viviendas de 128 m² construidos, en total 32.000 m² construidos). Es una máquina robusta, sencilla, muy fácil de manejar, sin ninguna sofisticación mecánica, y, por tanto, adecuada para ser utilizada por personal sin cualificar. Es, además, la más barata.

Las máquinas más sofisticadas van siendo más automatizadas y potentes, con costos progresivamente mayores. Así la vibroprensa COMPACTA 600 ó similar fabrica al año 650 viviendas de 64 m² construidos (ó 325 viviendas de 128 m² construidos, en total 41.600 m² construidos) y la COMPACTA 2000 SPRINT ó similar duplica su producción. Estas máquinas, por su automatismo, reducen drásti-

camente la mano de obra y por lo tanto no son adecuadas para los países en vías de desarrollo, donde abunda la mano de obra barata.

La experiencia de más de 20 años en la venta de plantas adecuadas al sistema TABIBLOC, nos señala que la difusión mayoritaria del mismo, tanto en nuestro país como en el extranjero, ha sido a base de plantas sencillas y baratas (del tipo de la G2-25) por lo que se ha diseñado una PLANTA MOVIL con base en la vibroprensa COMPACTA G2-25 ó similar que contiene todos los elementos para la fabricación del sistema y que permite llevarla fácilmente de un sitio a otro y atender así cualquier programa de edificación, aunque sea reducido.

La PLANTA MOVIL TABIBLOC (R) serie 20 se ha instalado sobre una plataforma de transporte con cuello de cisne, que se traslada de un sitio a otro mediante una cabeza tractora que puede alquilarse ocasionalmente. Dicha plataforma va carrozada con puertas laterales que se abren para formar un gran cobertizo. Dentro de la misma se dispone la totalidad de los componentes necesarios:

- Vibro-prensa COMPACTA G2-25, ó similar.
- Mesa extractora de bandejas.
- Carretilla para el traslado de bandejas.
- Skip-tolva de carga de áridos y cemento.
- Amasadora.
- Cinta transportadora de la mezcla de la amasadora a la vibro-prensa.
- Juego de 6 moldes para las piezas del sistema.
- Mesa vibradora para la fabricación de semiviguetas (pueden disponerse hasta 4 mesas, en función de los programas a desarrollar).
- Bandejas de madera.

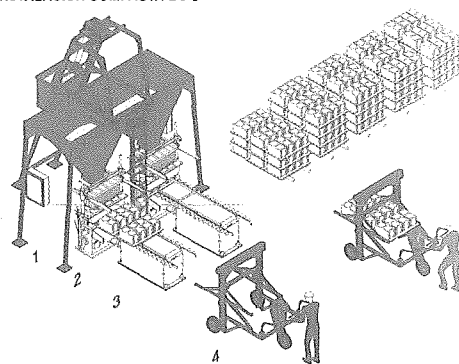
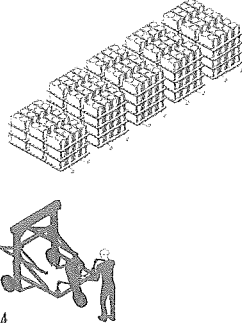
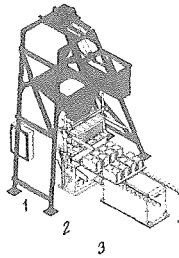
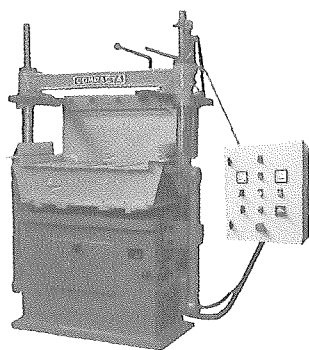
Se ha equipado para toma de electricidad y agua exterior. Opcionalmente puede instalarse un grupo electrógeno para su funcionamiento en los casos en que no exista red exterior de energía eléctrica.

Las características de la misma (viene totalmente montada y verificada de fábrica), su movilidad y su reducido costo (precio 1994: 37.500.000 pts = 300.000 \$USA) la caracterizan como la planta más adecuada para su utilización dentro y fuera de nuestras fronteras.

COMPACTA G2-25

INSTALACION COMPACTA BC-7

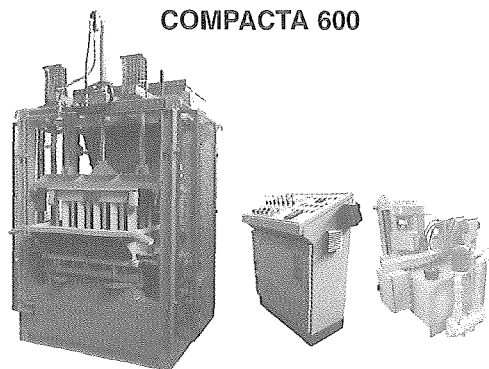
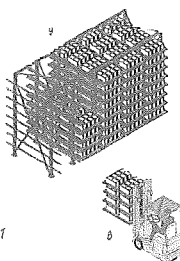
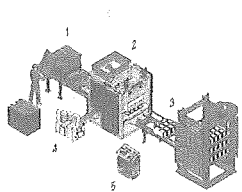
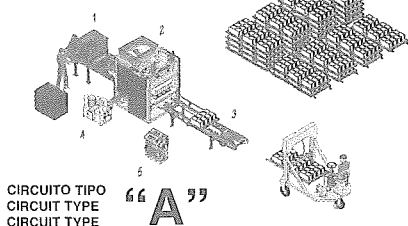
INSTALACION COMPACTA BC-8



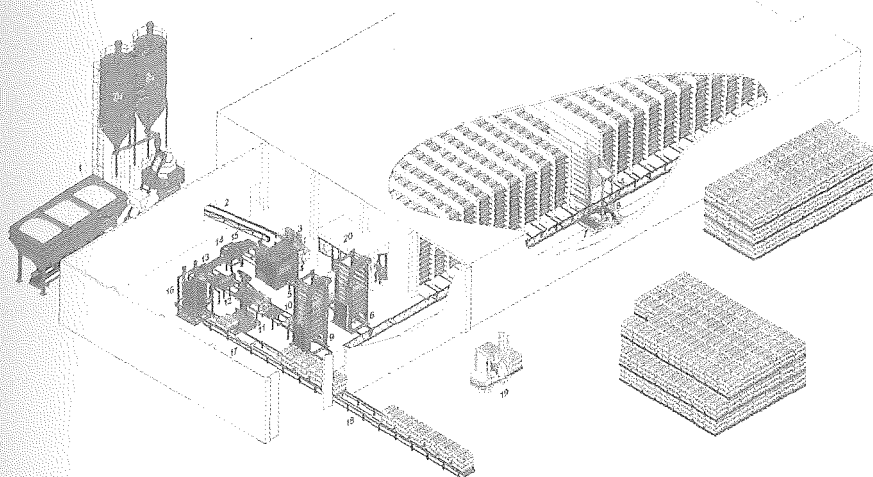
INSTALACIONES COMPACTA 600 COMPACTA 600 INSTALLATIONS INSTALLATIONS COMPACTA 600

CIRCUITO TIPO CIRCUIT TYPE CIRCUIT TYPE "B"

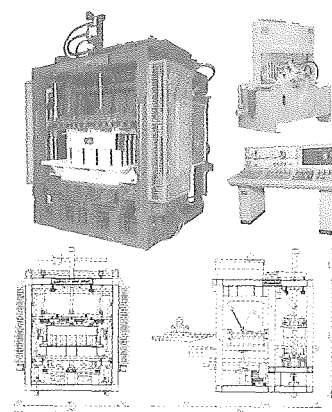
COMPACTA 600



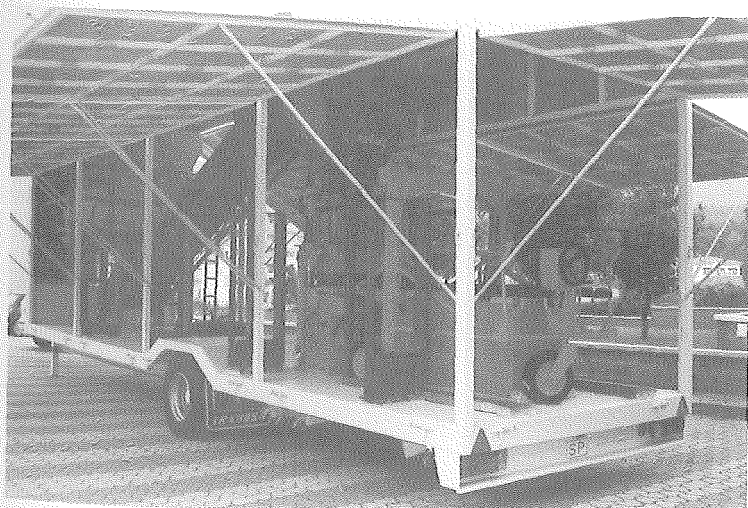
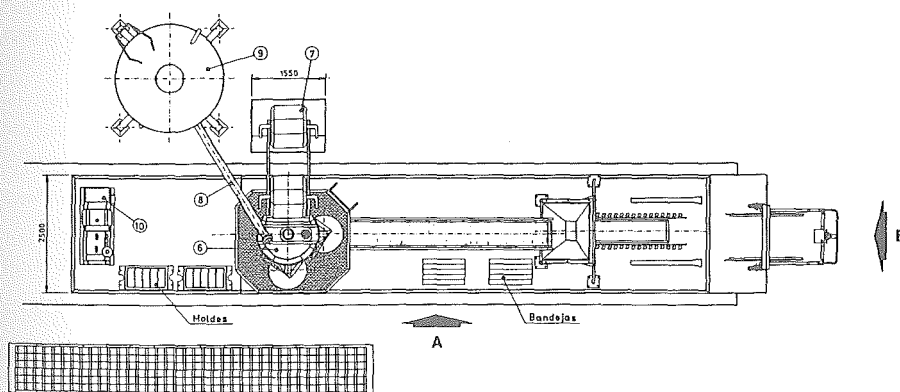
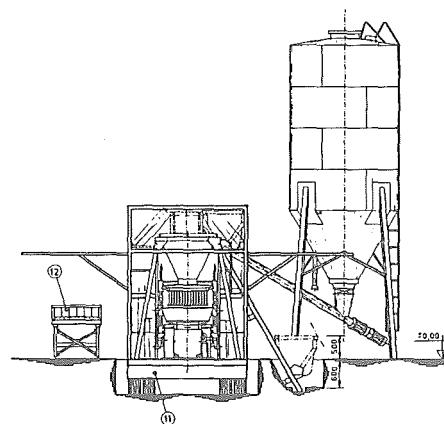
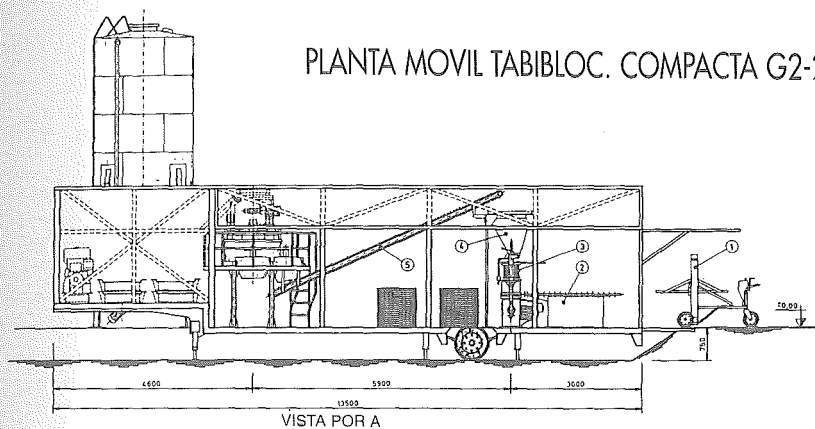
INSTALACION COMPACTA 2000 SPRINT PARA PREFABRICACION DE HORMIGON
COMPACTA 2000 SPRINT INSTALLATION FOR THE MANUFACTURE OF CONCRETE PIECES
INSTALLATION COMPACTA 2000 SPRINT POUR PREFABRICATS EN BETON



COMPACTA 2000 SPRINT



PLANTA MOVIL TABIBLOC. COMPACTA G2-25



costos

El costo en producciones es de tipo medio, del m² construido de obra gruesa (estructura y cerramientos) con el sistema TABIBLOC en comparación con un sistema convencional alternativo (estructura de hormigón armado y cerramientos de ladrillo cerámico) resulta un 38% más barato que este último. Si la comparación se extiende a la totalidad de la obra gruesa, estructura, cerramientos y cimentaciones (estas últimas con un costo similar en ambas alternativas), la economía de un sistema a otro es del 32%. Como dato de referencia reseñamos la valoración (año 1994) que se ha efectuado de un mismo proyecto (10 viviendas unifamiliares en hilera, con sótano, Pl. baja, Pl. y ático en la Comunidad de Madrid) con las dos alternativas:

	Sistema convencional	Sistema TABIBLOC
Cerramiento y estructura	16.000 pts/m ² (130 \$ USA)	10.000 pts/m ² (81 \$ USA)
Total obra gruesa		
Cerramiento, y estructura, y cimentaciones	19.000 pts/m ² (154 \$ USA)	13.000 pts/m ² (106 \$ USA)

Teniendo en cuenta que la obra gruesa supone, en términos generales, 1/3 del coste general de la obra, la aplicación del sistema TABIBLOC arrojará una ventaja económica del 10,5% sobre el costo final de la misma. Esta consideración es válida para los países desarrollados.

En los países en vías de desarrollo los costos finales entre un sistema convencional y un sistema TABIBLOC (con similares diferencias entre sí) se sitúan entre un 35% y un 50% de los señalados para los países desarrollados (media 42,75%: 8.122,- pts/m² (66 \$ USA) con un sistema convencional y 5.557,- pts/m² (45 \$ USA) con el sistema TABIBLOC). En estos países los costos finales de la obra no suelen sobrepasar del doble de los costos de la obra gruesa, consiguiéndose con la utilización del sistema TABIBLOC un ahorro de, al menos, el 16% con respecto a los costos de cualquier otro sistema equivalente.

En los programas de alojamiento de los países menos desarrollados (los mayores en amplitud de cara al futuro, dada la necesidad de este bien sustancial) la producción de la obra gruesa de la vivienda constituye su objetivo final. En este caso, el ahorro conseguido con el sistema TABIBLOC es de un 32%, es decir que se reduce en 1/3 el costo final conseguido con otros sistemas equivalentes.

La incidencia de la amortización de la planta y del derecho de utilización del sistema por m² construido es muy reducida. Con precios del año 1994 dicha repercusión es de 250 pts/m² (2 \$ USA/m²).

ventajas del sistema

Aunque ya han sido apuntadas en lo expuesto anteriormente refiriéndonos a algunos aspectos parciales, resumimos a continuación las que nos parecen más destacadas:

- Fácil adaptación, como suele ser frecuente en los sistemas que utilizan pequeños elementos, a necesidades de diseño diversificadas eludiendo la forzosa utilización de unidades modulares de un cierto tamaño y forma fija - como ocurre con los sistemas de elementos medianos o grandes - que rigidizan el proyecto e impiden la correcta resolución de la variedad de problemas planteados. Esta ventaja, que facilita cualquier problema de diseño, se hace más patente en aquellos diseños que se planteen con una cierta participación de agentes distintos al propio diseñador (promociones de gestión cooperativa, autoconstrucción, etc.) y que intenten identificar y articular de alguna manera en sus resultados la diversidad de opciones y aportaciones tenidas en cuenta.

- Introducción, a pié de obra, de procedimientos racionalizados de producción industrial de elementos, con las consiguientes ventajas de eliminación de costos añadidos a los mismos, reducción considerable de gastos de transporte y de posibles roturas, y mejor control de calidad.
- Adaptabilidad a los medios de producción de que se disponga (adecuación al binomio capital - trabajo en cada caso). En las plantas de prefabricación, desde alternativas de tecnología intermedia con empleo más o menos reducido - según el grado de automatización elegido - de mano de obra no especializada, hasta posibilidades de plantas superautomatizadas de tecnología avanzada con utilización de mano de obra muy reducida pero cualificada. En el montaje del sistema, utilización de mano de obra no cualificada para calidades de acabado normales debido a las facilidades de replanteo y puesta en obra (autoalineamiento de los bloques y piezas, colocación sistematizada, repertorio constructivo sencillo con soluciones a los problemas más usuales, etc.). Para calidades de montaje más cuidadas, con márgenes de error ó tolerancias más reducidos, empleo de una mano de obra de una cierta cualificación con rendimientos mayores que los usuales.
- Adaptabilidad por tanto, y según lo anteriormente expuesto, a las calidades aspectivas y márgenes de error en el montaje deseados.
- Adaptabilidad a cualquier programa de producción planteado (plantas móviles para programas pequeños y medianos, plantas fijas para grandes programas).
- Utilización de una tecnología, traducida en soluciones de diseño y puesta en obra muy sencillas, que la hacen fácilmente asequible incluso a personas no familiarizadas con el proceso constructivo, lo que supone siempre una cierta asunción ó participación responsable por parte del individuo que la utiliza, aminorándose las consecuencias alienantes del trabajo cuando quien lo ejecuta no comprende bien los procesos en los que actúa y, por tanto, no llega a integrarse en ellos.
- Fácil adecuación de los diseños realizados con el sistema a resistir cualquier tipo de acciones sobre la edificación (cargas verticales u horizontales, empujes de tierras, viento, sismo, etc.) dado el amplio abanico de soluciones de refuerzo estructural que ofrece.
- Ahorro total de encofrados para los elementos hormigonados en obra y de unidades de acabado de techos, si se utilizan los forjados estudiados para quedar vistos por su cara inferior.
- Facilidad para apertura de rozas y regatas, sin disminuir la capacidad resistente de sus elementos.
- Bajo coste de las plantas prefabricadoras, como en general ocurre con los sistemas de prefabricación ligera que utilizan piezas ó elementos pequeños, en comparación con los sistemas de prefabricación de tipo medio ó pesado. Las incidencias de los costos de amortización de las plantas en los costos finales de construcción son muy reducidas.
- Ahorro considerable de tiempo tanto en los procesos de producción de los elementos constructivos, como en los de puesta en obra de los mismos.

acreditaciones técnicas

El sistema TABIBLOC serie 20 tiene concedido el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TECNICA por el Instituto Eduardo Torroja de Madrid, en el que se describen detalladamente sus aspectos técnicos, ensayos realizados y pliego de condiciones para su fabricación y puesta en obra.

Los ensayos de aislamiento térmico han sido realizados en el Laboratorio Homologado de GEOCISA.

NORMAS PARA EL DISEÑO

generalidades

Como ya se ha señalado, el sistema TABIBLOC (serie 20) se apoya modularmente en una malla espacial con base en el cubo de 20 cm de lado. Con él se puede resolver cualquier elemento arquitectónico definido formalmente por prismas rectos rectangulares que se ajusten a dicha malla. Cuando los diseños no puedan encajar en esta base geométrica por cualquier causa (forma irregular de los emplazamientos, elementos formales con ángulos diedros no rectos, etc.) conviene diferenciar dentro del conjunto las partes que sí pueden someterse a esta disciplina formal de las que necesariamente absorban los componentes irregulares que no puedan encajar en el sistema. Las primeras se resolverán con limpieza mediante los repertorios constructivos ya descritos, y para las segundas habrá que buscar soluciones específicas, fuera de las normalizadas (en las que se podrá utilizar parte de los elementos del sistema ó no).

mallas modulares y tartanes de base para el diseño

Una vez ajustada la forma arquitectónica a prismas rectos rectangulares con base en el cubo de 20 cm de lado, tendremos que hacer encajar esta malla básica con la malla de organización de los forjados para lograr una correcta correspondencia de estos elementos resistentes horizontales con los elementos resistentes ó de cerramiento verticales (muros y soportes). De la superposición de las dos mallas resultará el "tartán", ó malla compuesta por coincidencia de ambas, que servirá de base (en planta) para la fijación de todos los elementos del sistema. La malla compuesta resultante será: separación de viguetas 0,50 m = malla compuesta de 1,00 X 0,20 m (retícula ó tartán de tabiquería: 25 x 20 cm a ejes de entrecalles). Como ya se ha señalado, en la malla compuesta es siempre sustituible una vigueta por una viga ó un muro.

criterios para el ajuste de diseños al sistema

La elección del tipo de forjado conviene hacerla teniendo en cuenta las sobrecargas previstas y las luces de trabajo, con el canto adecuado a aquellas (20 ó 25 cm) y a sus límites de flecha. Las soluciones más sencillas constructivamente se obtienen con forjados unidirec-

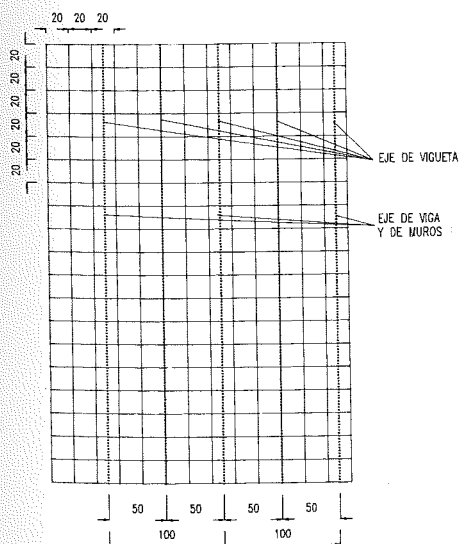
cionales (apurando sus luces) apoyados en muros ó pórticos, observando siempre las limitaciones que cada tipo de forjado tiene con respecto a sus luces. Para determinados usos - como el de vivienda - dichas limitaciones no suelen plantear inconvenientes dado que la fragmentación espacial interior tiene también dimensiones limitadas. Cuando los usos obliguen a luces mayores (edificios públicos, escuelas, etc.) es necesario organizar forjados compuestos por vigas de canto que salvan las luces mayores y forjados de luces normales apoyados en dichas vigas. Es importante controlar la rigidez de los forjados (tanto los sencillos como los compuestos) pues a menor rigidez de los mismos, menor es la capacidad de resistencia de los muros.

Los muros se pueden reforzar fácilmente, si las circunstancias lo aconsejan, con contrafuertes ó machones normales al plano de los mismos. Los pilares ó machones pueden tener formas sencillas (cuadrada ó rectangular) u organizarse en formas más complejas (L, U, H, I) con mayor momento de inercia. Los hastiales de los muros que se ciñan a cubiertas inclinadas se resuelven muy bien cuando las pendientes de dichas cubiertas coinciden con la cuadrícula de 20 x 20 cm (proporciones de pendiente: 1 x 1, 1 x 2, 1 x 3, etc.) mediante escalones de piezas enteras que se deben atar con zunchos en sus bordes.

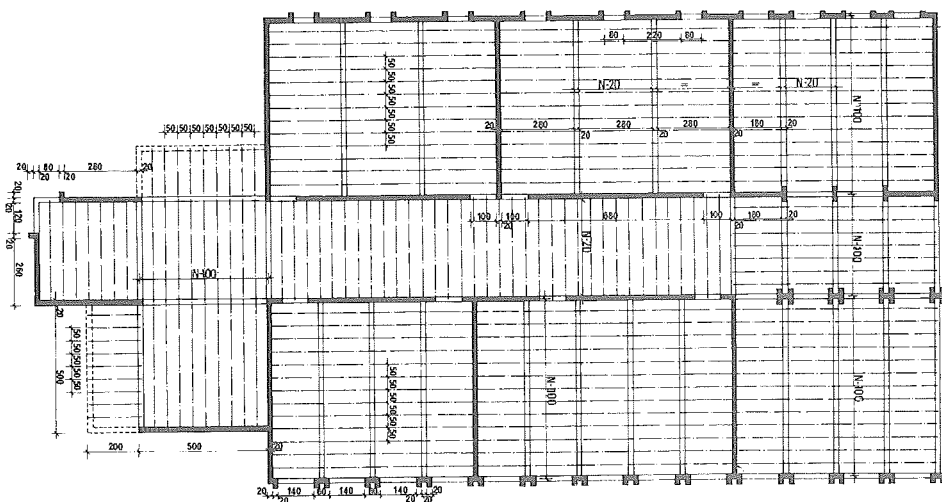
Las luces de los voladizos resueltos con los forjados son reducidas. Para mayores luces de voladizos conviene organizar las correspondientes vigas de canto en voladizo en las que apoyen forjados normales.

Es de una gran utilidad, tanto para los tanteos de diseño como para los cálculos finales de los distintos elementos del sistema, el manejo de los ábacos incluidos en el apartado de esta publicación "Comportamiento resistente y cálculo estructural" los cuales permiten de modo muy sencillo y directo hacer rápidamente las comprobaciones precisas sobre la validez resistente tanto del conjunto de la estructura proyectada como de sus elementos. Con ellos se ha pretendido facilitar la comprensión del comportamiento resistente del sistema y de sus elementos así como instrumentalizar un procedimiento de cálculo directo, objetivos coincidentes con los de vulgarización de repertorios constructivos que han motivado la concepción y diseño del sistema.

RETICULAS DEL FORJADO



ORGANIZACION DE FORJADOS, MUROS Y PILARES



COMPORTAMIENTO RESISTENTE Y CALCULO ESTRUCTURAL

organización de la estructura

El sistema TABIBLOC permite realizar estructuras muy variadas, con distintos grados de diafanidad según las necesidades, aunque las ventajas del sistema se explotan al máximo cuando se aprovecha la capacidad resistente de los muros de cerramiento y compartimentación.

Los elementos constructivos del sistema son:

- Muros planos y con contrafuertes.
- Soportes hormigonados in situ.
- Forjados simples y compuestos.
- Vigas con cofre perdido y cargaderos.

La disposición estructural más eficaz es la de líneas de cargas paralelas, preferentemente muros, a distancias iguales, aunque debe haber algunos muros transversales para asegurar la estabilidad del edificio. (Como regla general basta que los muros transversales y las cargas que hay sobre ellos supongan un 3,33% del peso total del edificio para que sea estable).

La resistencia al viento en construcciones esbeltas, y sobre todo la resistencia al sismo, obligan a aumentar el porcentaje de muros transversales y aconsejan disposiciones generales tan simétricas como sea posible. (La estabilidad a viento requiere que cargue sobre muros transversales al menos un % del peso del edificio igual a $75.H/B^2$, siendo H la altura y B la dimensión menor).

construcción

Tanto una racional disposición constructiva general como la coherente ejecución de los detalles son más importantes para el éxito de la obra que los cálculos, que son más sencillos cuanto más ordenado y regular sea el edificio.

Para un buen comportamiento estructural de los muros éstos deben ejecutarse rellenando las cámaras centrales con hormigón de resistencia no inferior a 150 Kp/cm² (15N/mm²). Deben disponerse zunchos horizontales armados en el arranque de los muros y al nivel de los forjados, así como pilares verticales incluidos en el muro en los bordes libres, en las esquinas y cortando paños largos, de manera que no queden paños de fábrica sin armar de proporción más alargada que la 2:1 (en zonas sísmicas esta proporción debe bajar a 1:1).

Es aconsejable disponer juntas verticales en los muros para evitar paños de más de 12 m de longitud y en ningún caso deben sobrepasar los 18 m. Para paños de más de 12 m entre juntas deben disponerse armaduras horizontales entre las hiladas de la fábrica en los extremos del paño, con una longitud mínima de 1,20 m cada 2 hiladas de bloques y al menos en las hiladas inmediatamente por encima y por debajo de los huecos, al nivel del techo y en las proximidades de la coronación de los muros. Estas armaduras no atravesarán en ningún caso las juntas de dilatación.

Deben usarse las piezas especiales de las que dispone el sistema para construir los zunchos de apoyo de los forjados y debe asegurarse el correcto recibido de las viguetas en los mismos.

En la capa de compresión de los forjados, que no puede tener un espesor menor de 40 mm, debe incluirse una malla de reparto o al menos una armadura transversal a las viguetas de 1 ϕ 8 cada 0,50 m.

Cuando haya muros paralelos a las viguetas de forjado deberán anclarse en ellos las armaduras transversales de la capa de compresión para evitar la aparición de fisuras.

materiales, seguridad y cargas

En lo que sigue se formulan unas reglas simplificadas que permiten evitar cálculos complejos para construcciones sencillas. Se ha partido de los siguientes datos:

- 1.- Los bloques tienen una resistencia característica a la rotura sobre área bruta de 60 Kp/cm² (6N/mm²), es decir, 48 To (48KN), por lo que:
- 2.- El hormigón de relleno de la cámara central de los soportes, vigas, capa de compresión de los forjados, etc, tendrá una resistencia característica mínima de 150 Kp/cm² (15N/mm²).
- 3.- El acero de las armaduras será del tipo AEH-400, es decir, con un límite elástico de 400N/mm² (4.000Kp/cm²).
- 4.- Para los muros se ha considerado una reducción de resistencia para la fábrica de 0,8 respecto al bloque, y un factor de seguridad de 5 referido a las tensiones medias, equivalente a un factor 3,5 para las tensiones máximas.
- 5.- En el caso de forjados, vigas y soportes se ha considerado un coeficiente de ponderación de cargas de 1,6; de reducción de resistencia del hormigón de 1,5 y de la armadura de 1,15.
- 6.- Se ha considerado para viviendas una carga total de servicio de 700 Kp/m² (7KN/m²) y para escuelas y otros edificios públicos 800 Kp/m² (8KN/m²). El peso propio de 1 m² de fábrica es de 330Kp (3,3KN), lo que supone 1 To/m (10KN/m) para una distancia entre plantas de 3 m.

MUROS

El muro TABIBLOC de 0,20 m de grueso, con la cámara interior rellena, tiene un área neta de 1.462 cm²/m, y un peso aproximado de 1 To/m (10 KN/m) para un paño de 3 m de altura.

Salvo que exista un control sistemático tanto de la resistencia de los bloques como de la ejecución de las fábricas, puede considerarse que, como mínimo, 1 m de fábrica puede soportar con seguridad una carga de servicio de 24 To (240 KN), es decir, el equivalente de un muro de 24 plantas de altura o de 30 a 35 m² de forjado, o una combinación de ambos de peso equivalente.

Un problema clave en el comportamiento de elementos estructurales básicamente comprimidos, como es el caso de los muros, es la estabilidad: el pandeo limita severamente la capacidad de carga de elementos esbeltos (llamaremos esbeltez a la relación alto/espesor) sometidos a compresión, ya que la compresión amplifica las inevitables imperfecciones, lo que descentra la carga y, como consecuencia, introduce una componente de flexión que provoca la rotura con menor carga de la que resistiría la sección si estuviera únicamente comprimida.

Suponiendo que el edificio no tiene problemas de estabilidad global (ver "organización de la estructura"), los muros de esbeltez 15 y menor (es decir, en el sistema TABIBLOC hasta 3 m de altura) no presentan prácticamente ningún problema de estabilidad local, por lo que no es preciso aplicar ningún coeficiente reductor a la capacidad de carga de 24 To/m (240 KN/m).

Pueden construirse muros de esbeltez 20 (hasta 4 m de altura), siempre que se cuide la ejecución de manera que las imperfecciones geométricas (desplomes o panzas) no superen los 20 mm en ningún punto del paño y la carga máxima por metro de muro se reduzca a 16 To.

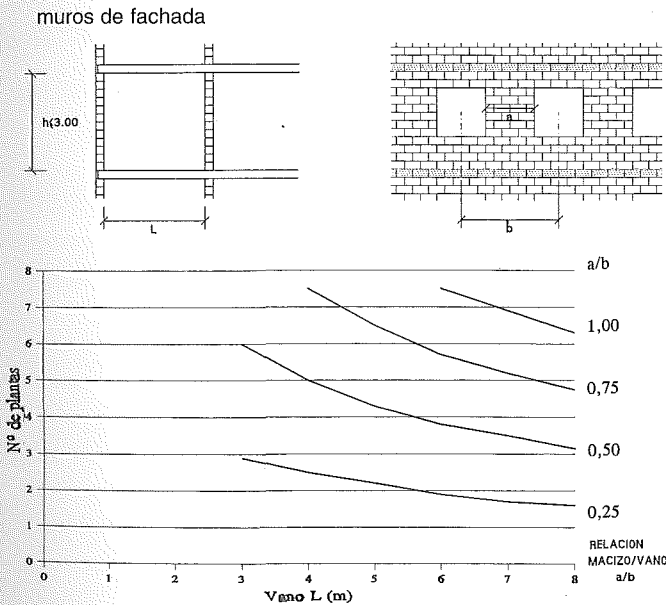
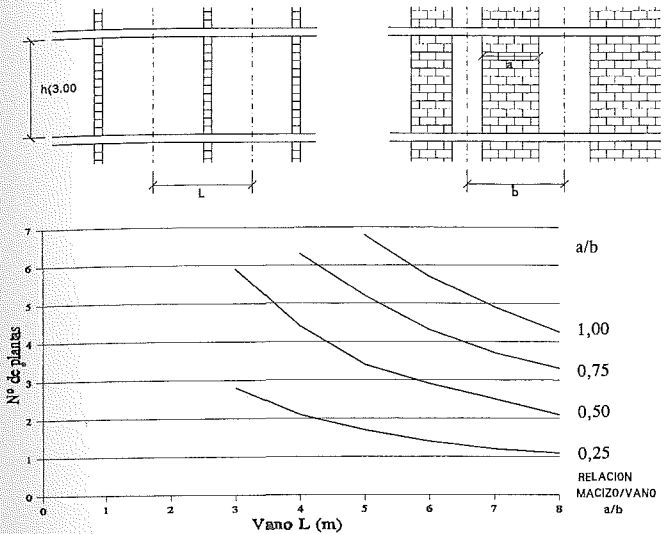
Es posible construir muros más esbeltos, pero ello requeriría tanto rigurosas comprobaciones específicas como un control más esmerado de la fabricación de los bloques y su puesta en obra.

Si es preciso construir muros de más de 4 m de altura lo aconsejable es dotarlos de contrafuertes para reducir su esbeltez. Se supone en todos los casos que se trata de alturas de muros de edificios medidas entre dos plantas consecutivas, y que se cumplen las condiciones precisas para la estabilidad global. Tanto en el caso de muros con la coronación libre, como en construcciones sin arriostramiento transversal debe procederse a comprobaciones más rigurosas.

El ABACO DE MUROS sirve para comprobar la viabilidad de un diseño, relacionando el número de plantas con la distancia entre muros para-

los y el porcentaje de macizo de los muros; se tabulan separadamente las condiciones para muros interiores y muros de fachada (en caso de no ser la edificación regular, el criterio debe aplicarse a los puntos más desfavorables, tanto por proporción de macizo como por cargas).

abacos de muro
muros interiores



soportes

Utilizando las piezas especiales pueden construirse soportes de dimensión exterior total 0,20 x 0,20; 0,20 x 0,40; 0,20 x 0,60 y 0,20 x 0,80 m.

A continuación se tabulan los de las dos primeras dimensiones. Los soportes se armarán con 4 y 6 ϕ respectivamente y llevarán cercos de ϕ 4 cada 0,15 m (0,12 m para 4 ϕ 8).

soporte	armado	carga máxima		m ² soportes	
		To	KN	vivienda	edif. púb.
0,20x0,20	4 ϕ 8	23	230	33	29
0,20x0,20	4 ϕ 10	25	250	35	31
0,20x0,20	4 ϕ 12	28	280	40	35
0,20x0,20	4 ϕ 16	37	370	53	46
0,20x0,40	6 ϕ 8	42	420	60	52
0,20x0,40	6 ϕ 10	47	470	67	59
0,20x0,40	6 ϕ 12	52	520	74	65
0,20x0,40	6 ϕ 16	64	640	91	80

estructura horizontal

En la mayor parte de los casos la estructura horizontal se resuelve mediante dos tipos de forjados cuyas características son las siguientes:

- Forjado 21 + 4:
- Canto total 0,25 m, incluso resaltes.
 - Canto efectivo 0,235 m.
 - Canto útil 0,21 m.
 - Distancia entre ejes 0,50 m.
 - Ancho útil del nervio 0,15 m.

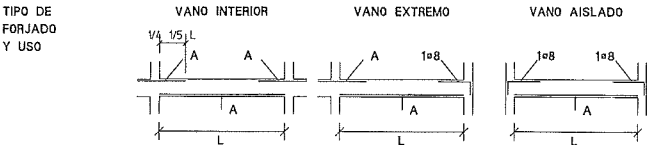
- Forjado 16 + 4:
- Canto total 0,20 m, incluso resaltes.
 - Canto efectivo 0,185 m.
 - Canto útil 0,16 m.
 - Distancia entre ejes 0,50 m.
 - Ancho útil del nervio 0,15 m.

El factor limitativo del diseño es la flecha. A su vez la flecha admisible depende de la existencia o no de compartimentación y de la rigidez de ésta. Si no hay tabiquería cargando sobre el forjado puede admitirse una flecha de L/300. Si la tabiquería es de elementos pequeños y está tomada con mortero de yeso no debe sobrepasar L/400. En el caso de tabiquería de bloques tomada con mortero de cemento la flecha admisible no debe sobrepasar L/500.

En caso de tramos apoyados y tramos extremos de forjados continuos, una armadura superior en el extremo de 1 ϕ 8 anclada en el muro reduce considerablemente la flecha, por lo que debe tomarse como solución constructiva tipo.

El CUADRO DE FORJADOS permite elegir fácilmente el armado de las viguetas, en función de las exigencias de resistencia y rigidez (la parte sombreada corresponde a aquellos casos en que el criterio de diseño es la limitación de la flecha).

cuadro de forjados



21+4 - Viviendas:

armad. A	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²
2 ϕ 6	0,56	3,5			3,0			2,4	
2 ϕ 8	1,00	4,7			4,0			3,3	
3 ϕ 8	1,50	5,4	5,7		4,5	4,8		3,7	4,0
2 ϕ 8+1 ϕ 12	2,13	6,1	6,6	6,8	5,1	5,5	5,8	4,2	4,5
2 ϕ 8+2 ϕ 10	2,60	6,5	7,0	7,5	5,5	5,9	6,4	4,5	4,8
2 ϕ 8+1 ϕ 16	3,00	6,9	7,4	8,0	5,7	6,2	6,7	4,7	5,0
flecha \leq		L/500	L/400	L/300	L/500	L/400	L/300	L/500	L/400

21+4 - E. públicos:

armad. A	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²
2 ϕ 6	0,56	3,3			2,8			2,3	
2 ϕ 8	1,00	4,4			3,7			3,1	
3 ϕ 8	1,50	5,2	5,3		4,2	4,4		3,6	3,7
2 ϕ 8+1 ϕ 12	2,13	5,8	6,3		4,9	5,2	5,4	4,0	4,2
2 ϕ 8+2 ϕ 10	2,60	6,2	6,7	7,0	5,2	5,6	6,0	4,3	4,6
2 ϕ 8+1 ϕ 16	3,00	6,5	7,0	7,5	5,5	5,9	6,4	4,5	4,8
flecha \leq		L/500	L/400	L/300	L/500	L/400	L/300	L/500	L/400

16+4 - Viviendas:

armad. A	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²
2 ϕ 6	0,56	3,0			2,5			2,1	
2 ϕ 8	1,00	4,0			3,3	3,4		2,7	2,8
3 ϕ 8	1,50	4,6	4,9		3,7	4,0	4,1	3,1	3,3
2 ϕ 8+1 ϕ 12	2,13	5,1	5,5	5,8	4,2	4,5	4,9	3,4	3,7
2 ϕ 8+2 ϕ 10	2,60	5,6	5,9	6,4	4,6	4,9	5,4	3,7	4,0
2 ϕ 8+1 ϕ 16	3,00	5,7	6,2	6,7	4,7	5,1	5,6	3,9	4,2
flecha \leq		L/500	L/400	L/300	L/500	L/400	L/300	L/500	L/400

16+4 - E. públicos:

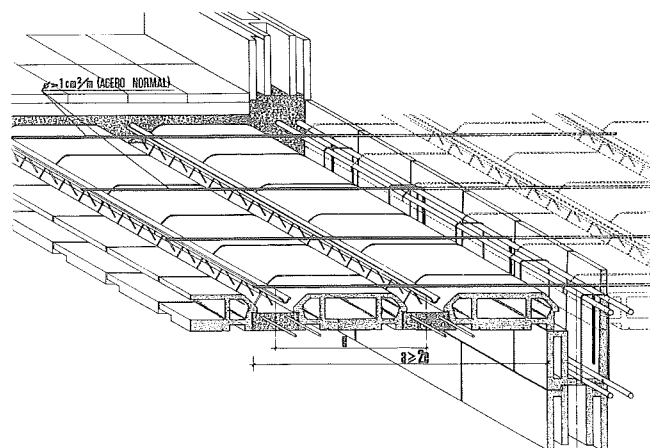
armad. A	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²
2 ϕ 6	0,56	2,8			2,4			1,9	
2 ϕ 8	1,00	3,7			3,2	3,4		2,6	
3 ϕ 8	1,50	4,4	4,6		3,6	3,9	4,1	3,0	3,2
2 ϕ 8+1 ϕ 12	2,13	4,9	5,2	5,4	4,0	4,4	4,6	3,3	3,6
2 ϕ 8+2 ϕ 10	2,60	5,2	5,6	6,0	4,3	4,7	5,1	3,6	3,8
2 ϕ 8+1 ϕ 16	3,00	5,5	5,9	6,4	4,6	4,9	5,4	3,7	4,0
flecha \leq		L/500	L/400	L/300	L/500	L/400	L/300	L/500	L/400

armaduras transversales de forjados

En la proximidad de los forjados a elementos de mayor rigidez como vigas y muros, cuando las viguetas son paralelas a dichos elementos, deberán disponerse refuerzos que eviten la fisuración debida a la distinta flecha de los mismos. En la capa de compresión se incluirá una armadura perpendicular a los nervios ó viguetas, de sección no menor de 1 cm²/m de acero ordinario, ó la sección equivalente de acero de alta resistencia, y con anclaje en los zunchos de atado ó vigas en los casos a) al d) que siguen:

- En la unión con los zunchos o vigas paralelos a los nervios ó viguetas, en una zona de anchura no inferior al doble de la separación entre estos y no menor de 1,00 m.
- En la superficie total de los forjados de luz no menor de 6,00 m.
- En la superficie total de los forjados de un edificio cuya altura sea superior a 18,00 m sobre la rasante del terreno.
- En la superficie total de los forjados construídos en localidades de grado sísmico VII ó superior de la escala MSK.

Además de estas precauciones debe tenerse en cuenta la normativa general de forjados que obliga a disponer armaduras transversales de al menos 1 ϕ 6 cada 33 cm (acero ordinario), con recubrimiento mínimo de 1 cm. En ambos casos es recomendable el empleo de mallazo cuya armadura principal tenga las secciones indicadas.



vigas

Utilizando como encofrado perdido piezas del sistema pueden construirse vigas de 0,40 y 0,60 m de canto con 0,20 y 0,40 m de descuelgue respectivamente. Las vigas pueden apoyar en muros o formar pórticos con soportes de 0,20x0,20; 0,40x0,20; 0,60x0,20 y 0,80x0,20 m.

La aplicación más racional de las vigas es la solución de espacios de luces medias en edificios públicos, sirviendo de apoyo a un forjado transversal 16+4.

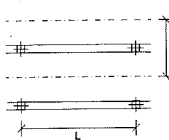
El armado puede resolverse utilizando los procedimientos habituales de diseño de estructuras de hormigón armado, aunque el empleo de los ábacos que siguen corresponden al armado de vigas de 0,40 de canto con un hormigón H-175, 175Kp/m² (17,5 N/mm²) y una armadura de acero AEH-400 (400 N/mm²).

En el ABACO DE ARMADURA LONGITUDINAL se indican las curvas de uso correspondientes a distintos armados. Para otras armaduras, o un armado más estricto puede interponerse entre curvas.

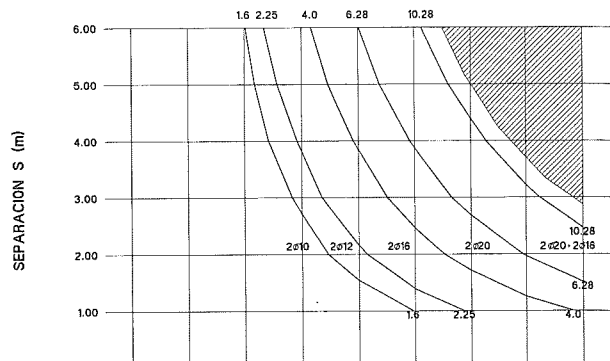
El ABACO DE ARMADO TRANSVERSAL permite resolver el cortante con cercos de ϕ 6 a distancias de 0,20; 0,10 y 0,05, obteniendo directamente los tramos de viga en que se aplica cada separación de cercos a partir de la geometría de la estructura.

ábacos de vigas

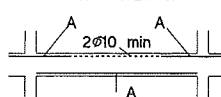
VIGAS 0,40 x 0,20 armadura longitudinal EDIFICIOS PUBLICOS



ARMADURA LONGITUDINAL A (cm²)

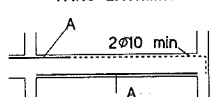


VANO INTERIOR



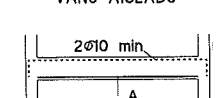
LUZ L (m) 2,00 3,00 4,00 5,00 6,00 7,00 8,00

VANO EXTREMO



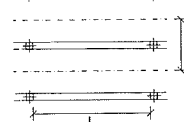
LUZ L (m) 1,70 2,55 3,40 4,25 5,10 5,95 6,80

VANO AISLADO

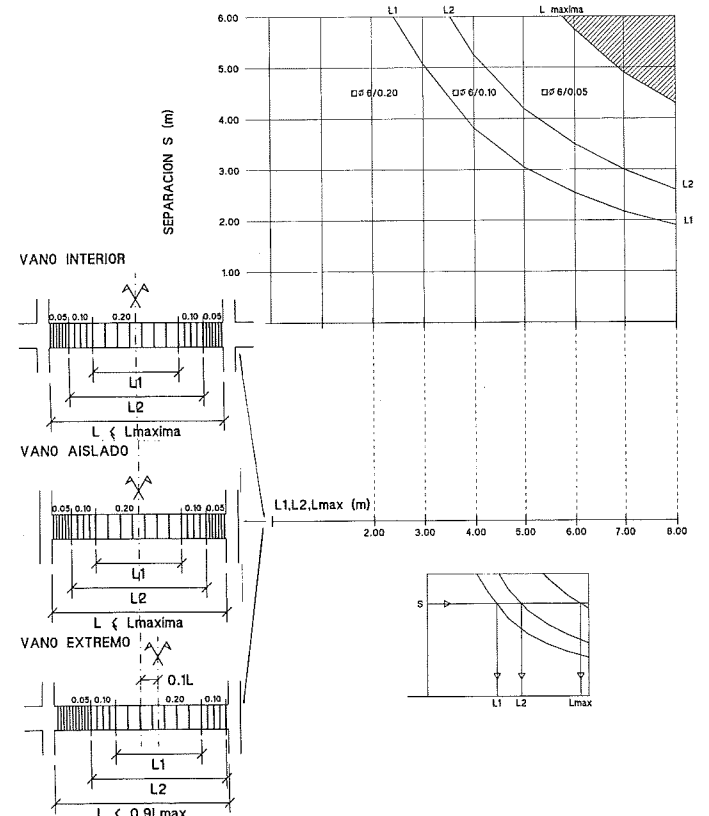


LUZ L (m) 1,40 2,10 2,80 3,50 4,20 4,90 5,60

VIGAS 0,40 x 0,20 armadura transversal EDIFICIOS PUBLICOS

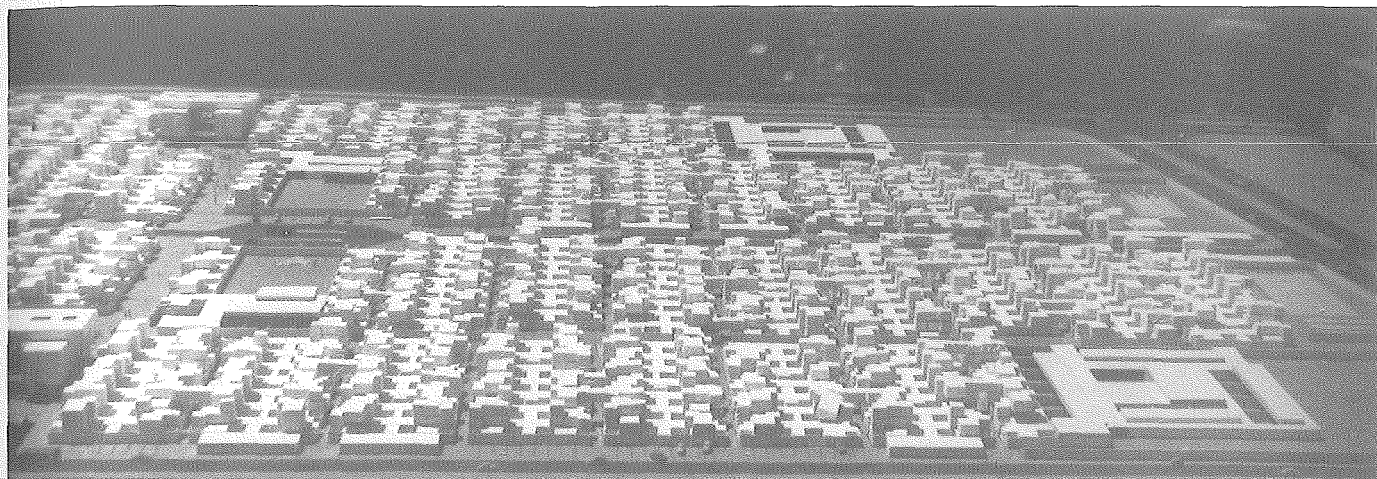


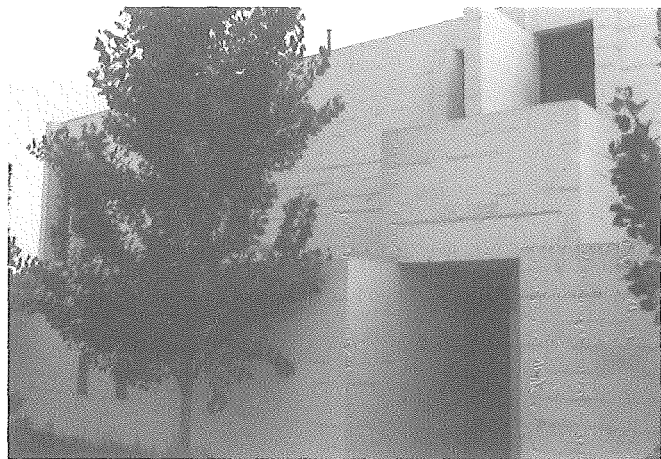
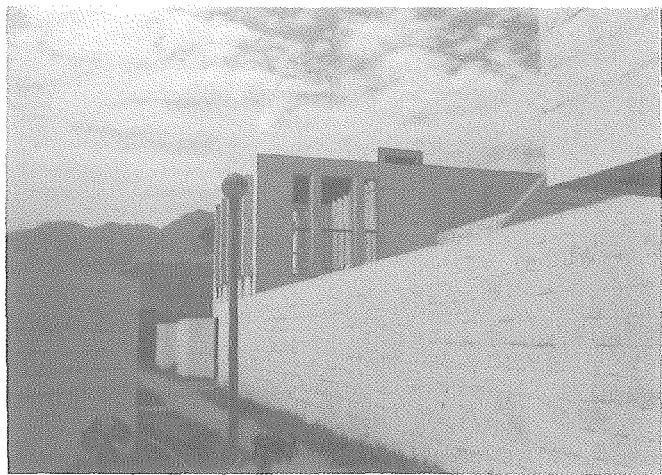
ARMADURA TRANSVERSAL (cercos ϕ 6)



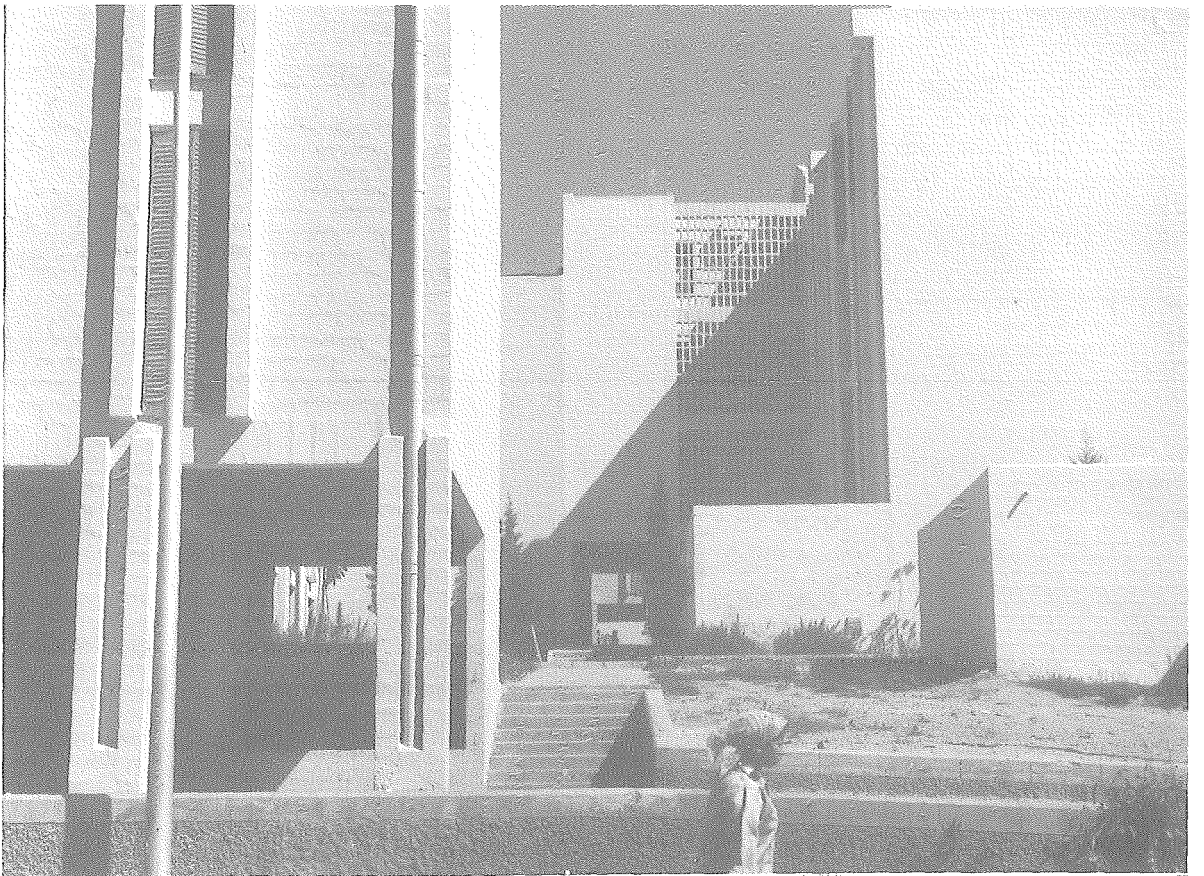
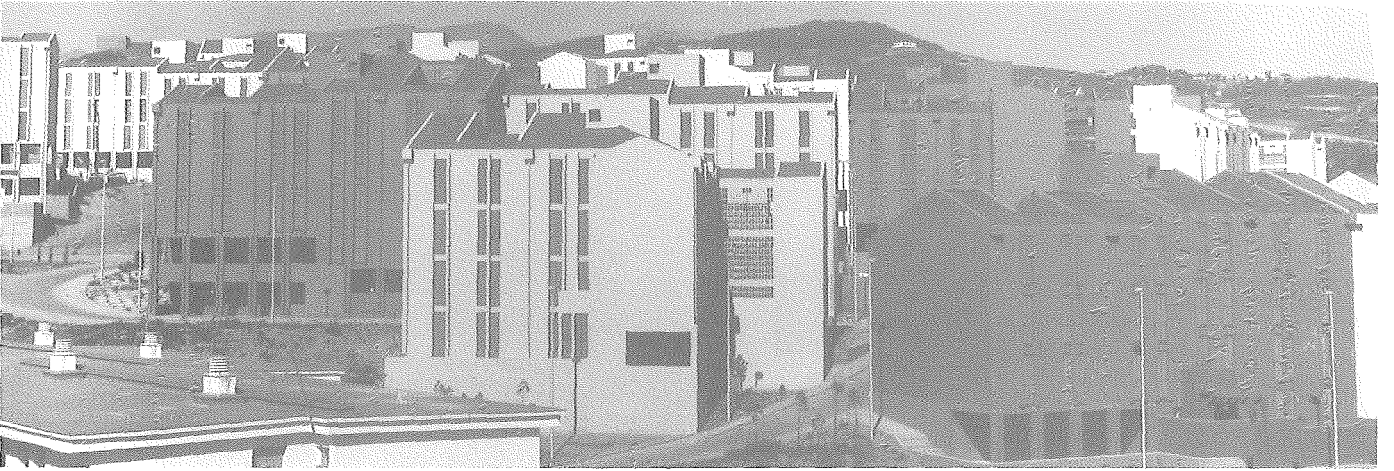
SELECCION DE REALIZACIONES

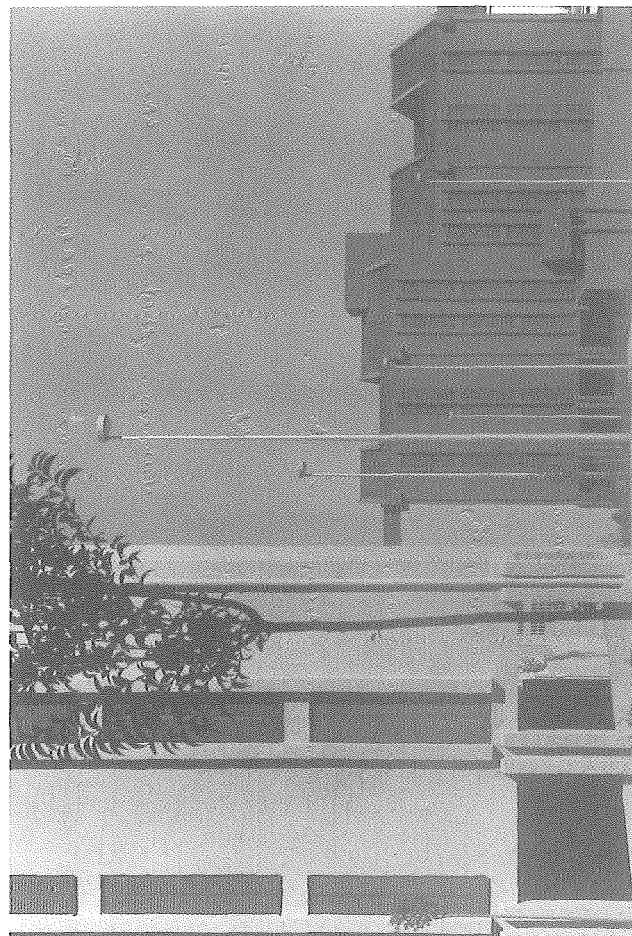
Proyecto PREVI. Lima (Perú)

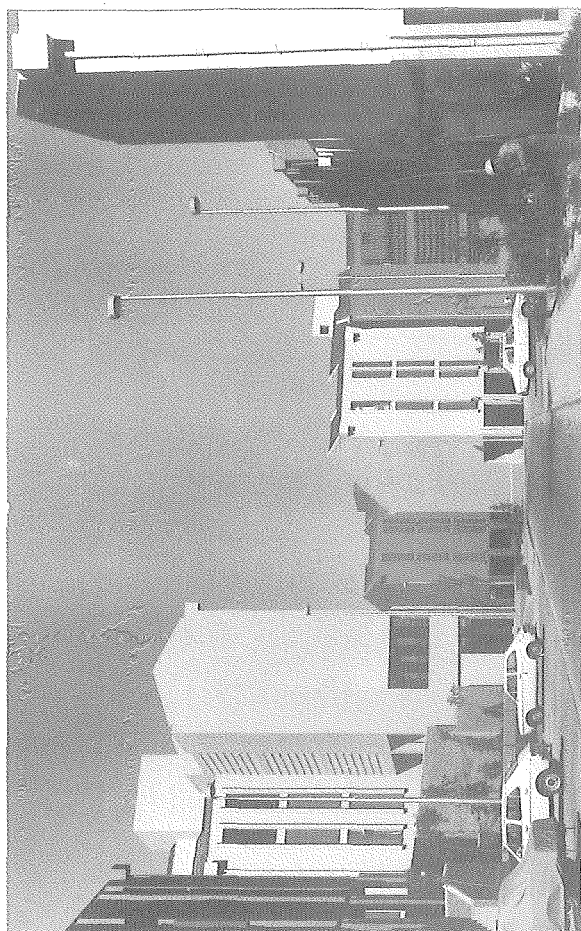
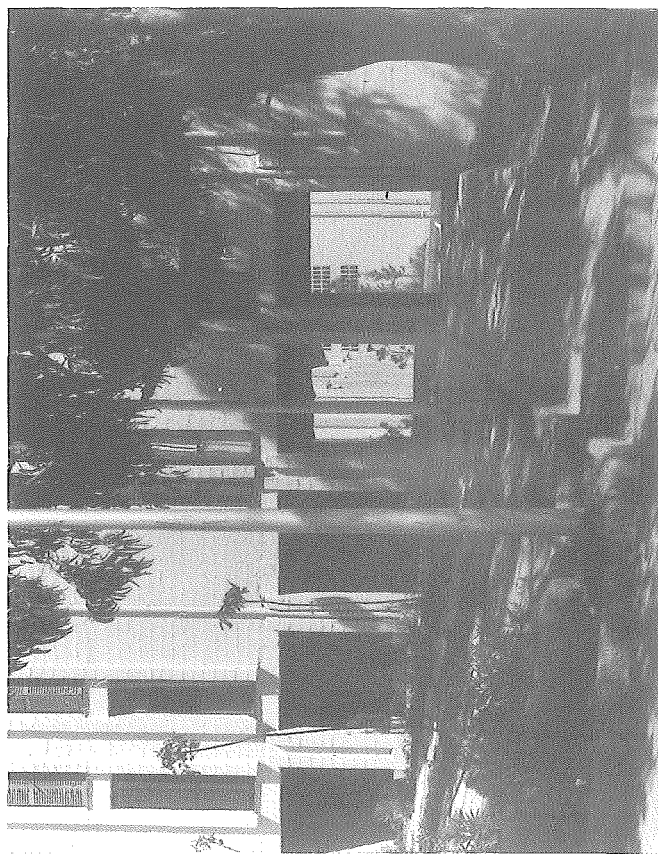


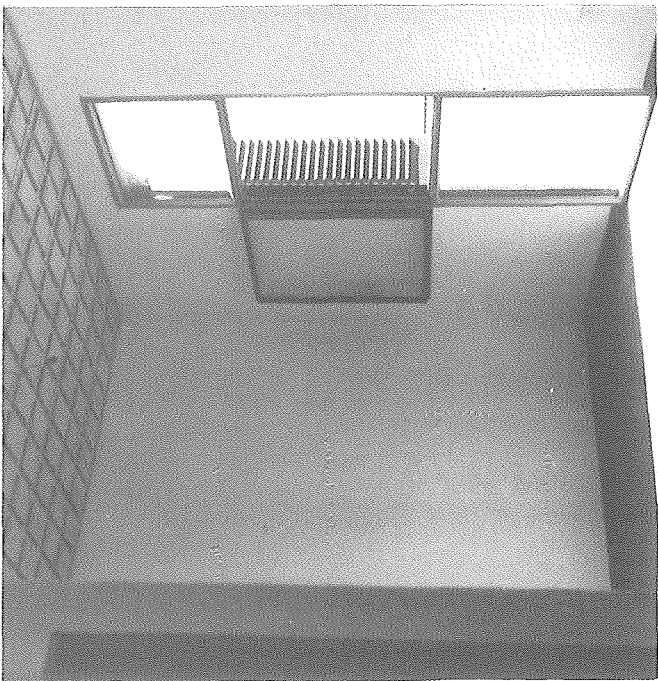
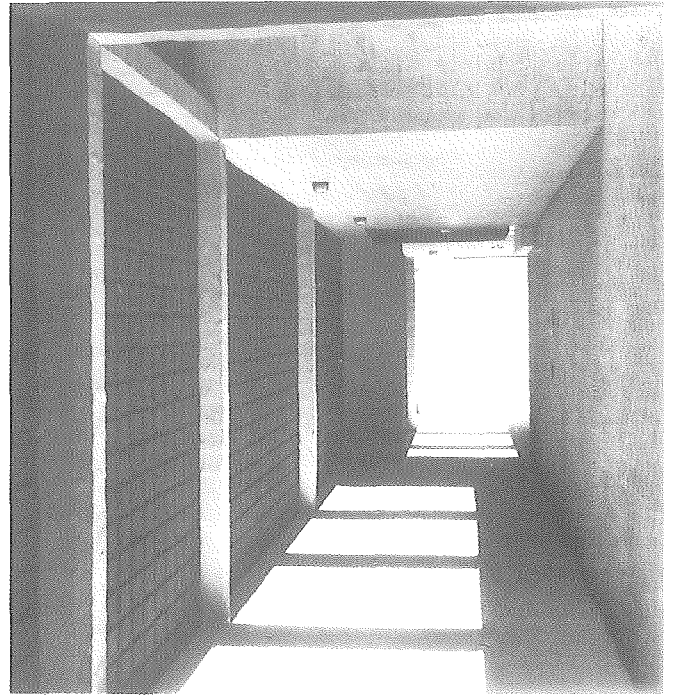


conjunto de viviendas en Ceuta

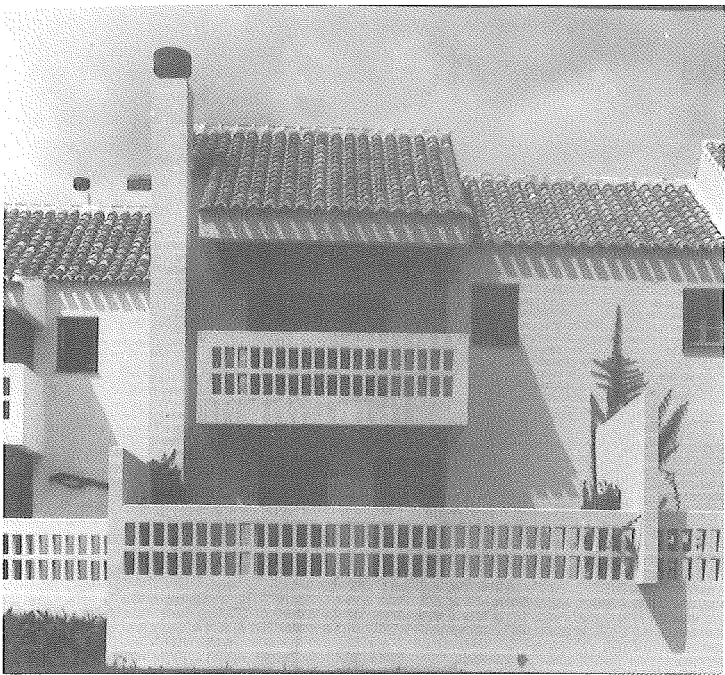
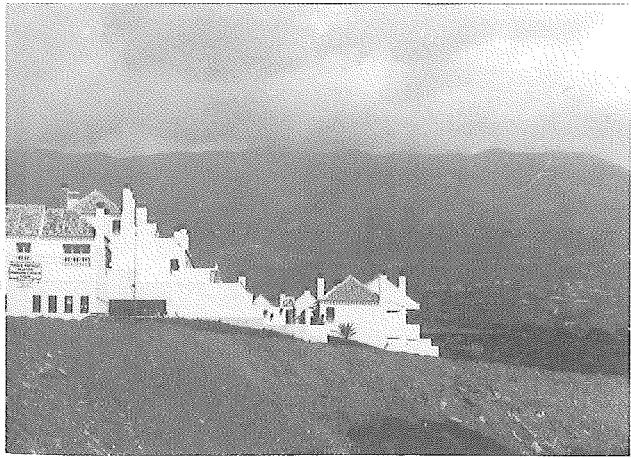
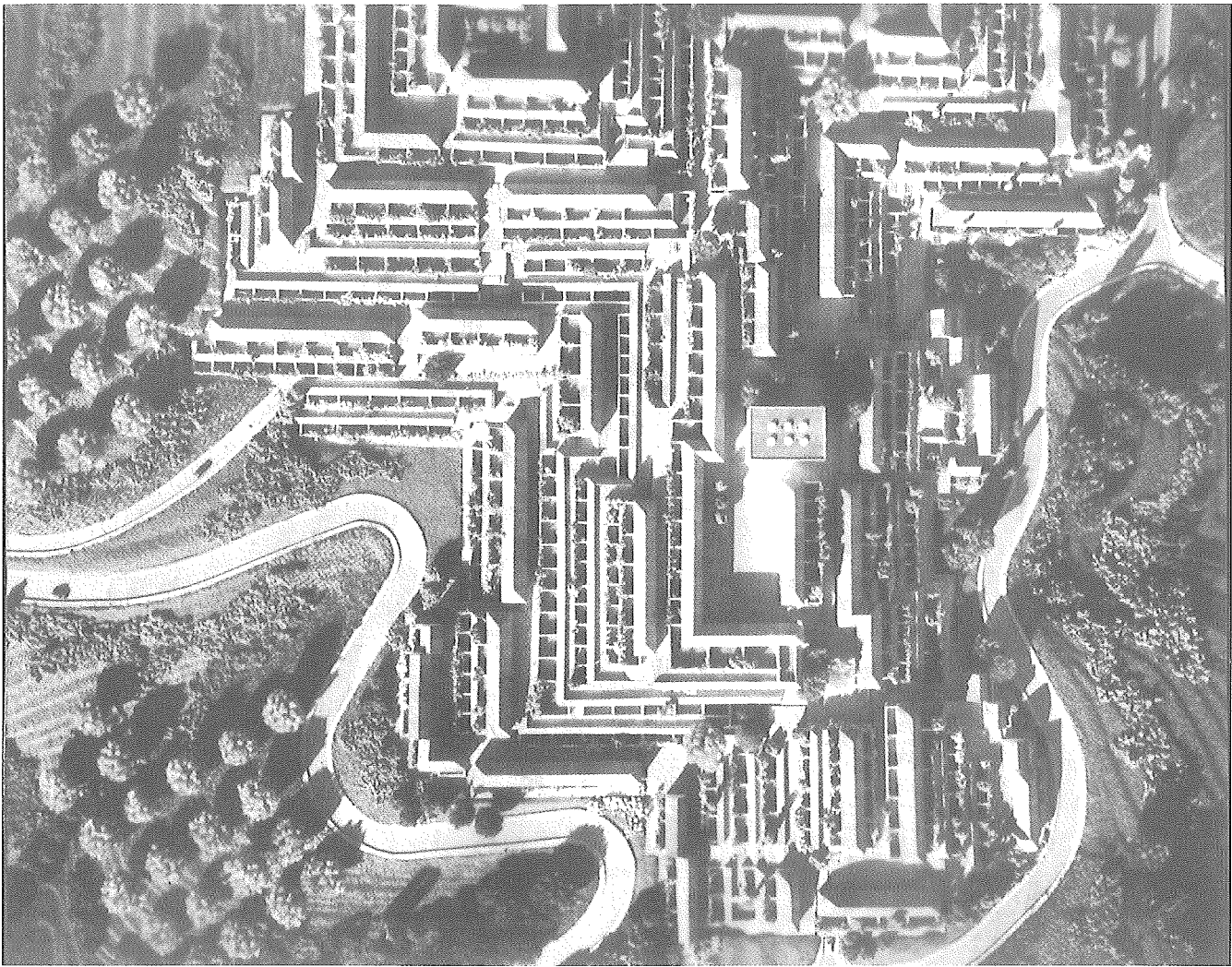


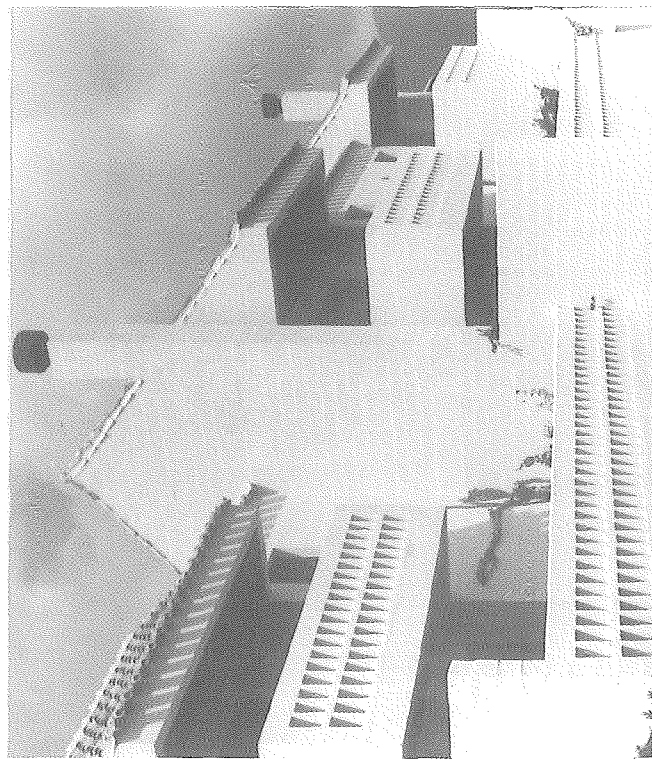
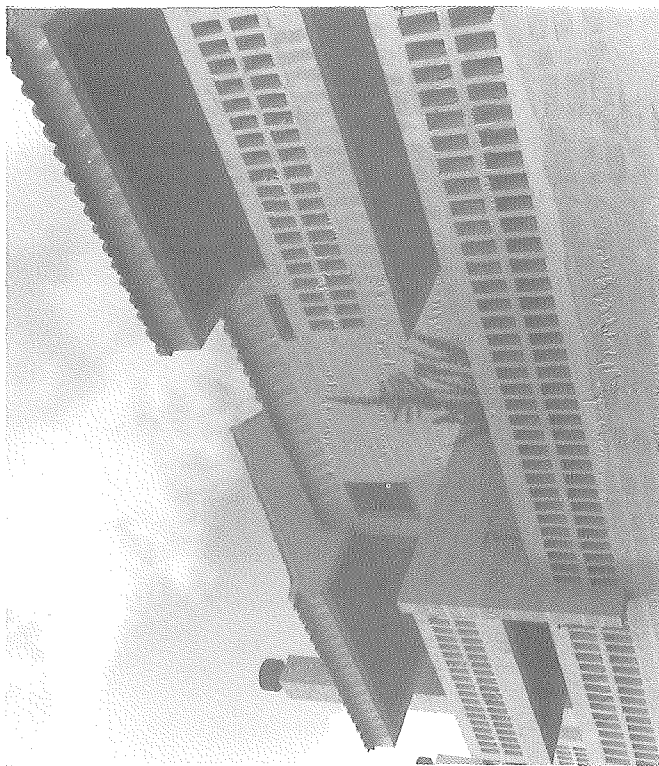
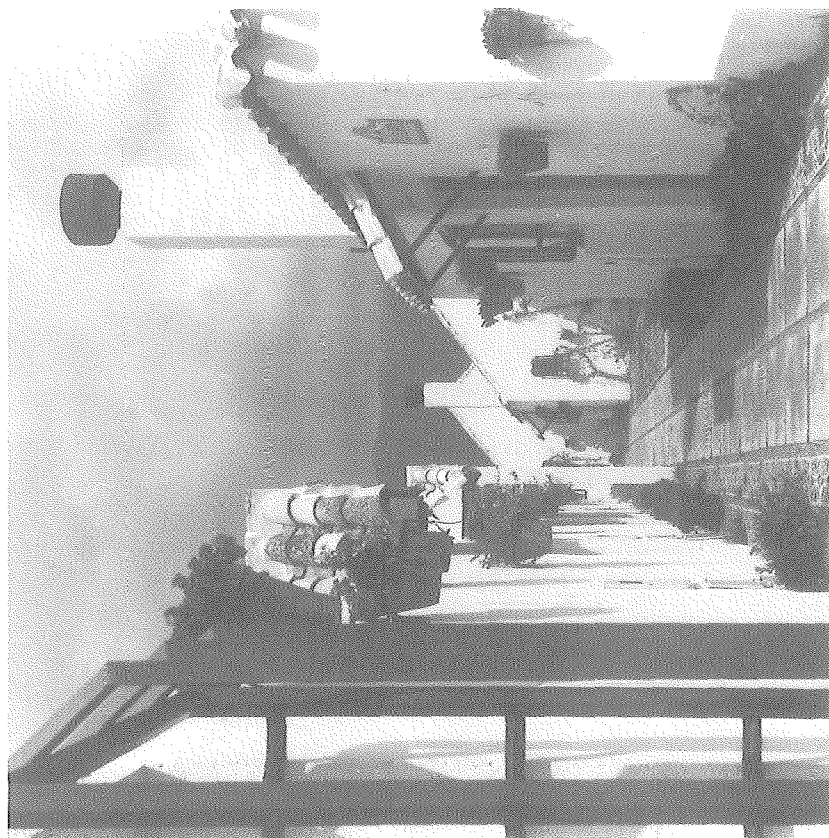
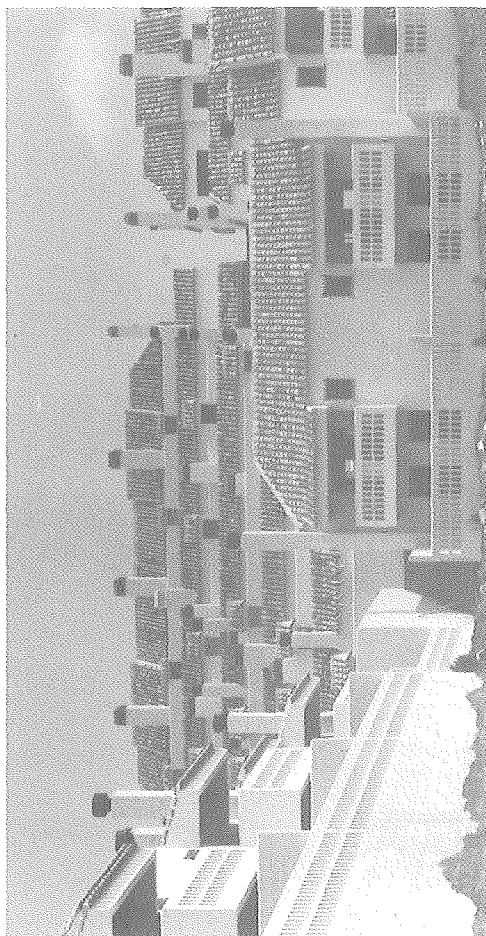






conjunto de apartamentos en Mijas





viviendas en fila en Aravaca

